



Gregório de Araújo

Armazenamento de água da chuva para utilização local



Gregório de Araújo

Armazenamento de água da chuva para utilização local

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Doutor José Figueiredo da Silva, Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho ao meu Governo pelo apoio financeiro e oportunidade que me deram no programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos. Não esqueço de dedicar também à minha esposa e filhos pelo incansável apoio.

o júri

presidente

Prof. Doutor Luís António da Cruz Tarelho
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Prof^a. Doutora Maria Clara Ferreira Magalhães
professor auxiliar com agregação da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José de Jesus Figueiredo da Silva
professor auxiliar da Universidade de Aveiro (orientador)

agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao meu Orientador Professor Doutor José Figueiredo pelo seu conhecimento, disposição de ajudar sempre que necessário e me orientou na elaboração desta dissertação e sem ele não teria sido possível a realização deste trabalho;

Gostaria também de agradecer ao Governo de Timor-Leste que deu apoio financeiro através do Ministério da Educação;

Agradeceria a todos os meus patrocinadores e amigos pelo apoio e confiança, não só nesta etapa, em todos os momentos da minha vida. Eles são a minha fortaleza e muito contribuíram para a elaboração da minha dissertação;

Finalmente não me esqueço de agradecer a minha família, de modo muito especial a minha querida esposa, por todo o apoio e paciência prestados que mesmo em situações difíceis nunca me deixaram de dar apoio.

A todos eles devo a realização deste trabalho.

palavras-chave

Chuva em Timor-Leste, captação de água, habitação rural de Timor-Leste, armazenamento de água da chuva, água da chuva para consumo doméstico.

resumo

O aproveitamento de água da chuva para usos domésticos nas áreas rurais, embora muito utilizada em alguns países do mundo desde longa data, é uma prática de pouco conhecimento para a população de Timor-Leste. Nesta dissertação foi escolhido um tema relevante relativo à gestão na situação de Timor-Leste onde as infraestruturas para abastecimento de água à população não cobrem as zonas rurais. O estudo de técnicas para recolher, armazenar e utilizar água da chuva tem importância prática nas regiões de baixa densidade populacional e sem fontes permanentes de água na proximidade das habitações. Um aspecto crítico a considerar neste estudo é relativo aos problemas da qualidade da água que é recolhida e armazenada para utilização doméstica.

Neste trabalho considerou-se o consumo diário de água em 30 L/dia/pessoa para 5 pessoas em cada habitação. A superfície da área de recolha corresponde a uma habitação de 45 m² com cobertura em chapa zincada. Este modelo de habitação é de origem da Indonésia e considerado como uma habitação saudável em condições mínimas: telhado com duas águas, 3 quartos de dormir e uma sala de jantar; todas as divisões com uma janela. Considerando o consumo diário de água para cada habitação com 5 habitantes, usando 30 L/d/pessoa, obtém-se o total de 150 litros por dia. O cálculo do volume do reservatório será feito tendo por base:

- Registos da precipitação diária ao longo, no mínimo, de 1 ano
- Locais escolhidos: Lospalos Bobonaro, Dili e Betano (todos os locais estão em áreas rurais).

Estes quatro locais com características distintas foram escolhidos para os cálculos em que se projectou o volume de água que pode ser fornecido a uma habitação em função da capacidade do reservatório disponível.

O volume acumulado no reservatório, disponível para o consumo, é limitado pela capacidade do reservatório. Repetindo o cálculo do volume do reservatório considerando capacidades crescentes vai-se aumentando o número de dias em que é possível satisfazer o consumo de água com a água armazenada. Contudo, quando não o corre chuva durante um período longo aumenta rapidamente a capacidade requerida para o reservatório e o seu custo. A capacidade mais vantajosa será necessária para garantir o consumo nos períodos em que ocorre alguma chuva, mesmo sendo irregular. Verificou-se que uma capacidade de 2000 litros é suficiente para satisfazer o consumo doméstico nos períodos com alguma chuva.

keywords

East-Timor rainfall, water abstraction, East-timor rural house, rainwater storage, rainwater for domestic supply.

abstract

Utilization of rainwater for domestic consumption in rural areas, although used in some countries in the world since long time ago, is a practice of a little knowledge to the people of Timor-Leste. In this dissertation was chosen an important theme on the management situation in Timor-Leste where the infrastructures to supply water to the population do not cover rural areas. The study of techniques to collect, store and use rainwater has practical importance in regions with low population density and without permanent sources of water in the vicinity of dwellings. A critical aspect to consider in this study is on the water quality problems that is collected and stored for domestic use.

In this work is considered the daily water consumption of 30 L/day/person for 5 people in each home. The surface of the collection corresponds to a dwelling of 45 m² covered with galvanized steel metal. This model of housing in the source of Indonesia and is considered a healthy housing in minimum conditions: roof with 2 slopes, 3 bedrooms and a dining room; every room with a window. Considering the daily water consumption for each house with 5 people, using 30 L/day/person we get a total 150 Liters per day. The calculation of the volume of reservoir will be based:

- Records daily precipitation during at least 1 year;
- Locations chosen: Lospalos, Bobonaro, Dili and Betano (all sites are in rural areas).

These four locations with different characteristics were chosen for the calculation in which projected volume of water can be provided for housing according to the available capacity of the reservoir. The accumulated volume in the reservoir which is available for the consumption is limited by the capacity of the reservoir. Repeating the calculation of the volume of reservoir with larger capacity, increases the number of days on which it is possible to meet the water consumption for the stored water. However, when there is no rain for a long period the required capacity of the reservoir increases as its cost. The most advantageous capacity will be needed to ensure the consumption in periods when there is some rain, even if irregular. It was found that a capacity of 2000 liters is sufficient to satisfy the domestic use in periods with some rain.

Índice

CAPITULO 1

Introdução

1.1.-Enquadramento	1
1.2. Aproveitamento da água da chuva	2
1.2.1. Importância do aproveitamento de Água da chuva	2
1.2.2.Descrição de casos de aplicação na Tailândia, Singapura, Alemanha e Austrália	4
1.2.2.1. Tailândia	4
1.2.2.2. Singapura	6
1.2.2.3. Alemanha (Berlin)	6
1.2.2.4. Austrália (Melbourne)	7
1.2.2.5. Japão (Tóquio)	7
1.2.2.6. EUA (Ilha do Hawaii)	7
1.3. Descrição dos dispositivos usados	8
1.3.1. Definição	8
1.3.2. Componentes dos Sistemas de Recolha	8
1.3.3. Superfície da Captação	9
1.3.4. Sistema de Distribuição	10
1.3.5. Reservatório de Armazenagem	11
1.4. Objetivos a atingir	13

CAPITULO 2

Necessidade e Uso de Água em Timor

2.1. História e organização administrativa de Timor-Leste	15
2.1.1 Órgãos de Administração que Intervêm no Sector da Água	18
2.1.1.1 Administração da Água	18
2.1.1.2. Relacionamento com outras Instituições	19
2.2. Clima de Timor	19

2.3. Condições Geográficas e Hidrográficas	22
2.3.1. Condições Geográficas	22
2.3.2. Condições Hidrográficas	25
2.3.3 Hidrologia subterrânea	34
2.4. Distribuição da População, uso do Solo, actividades	34
2.4.1. Demografia	34
2.4.2. Uso do Solo	37
2.5. Usos da Água em Timor-Leste	38
2.5.1. Usos, Funções e Valores da Água	39
2.6. Fontes de Águas Usadas	40
2.6.1 Captações de água superficiais	41
2.6.2 Captações de águas subterrâneas	42
2.6.3.Oferta e Procura de Água em Timor-Leste	43
2.6.4.Desafios para os Recursos Hídricos de Timor-Leste	44
2.7. Planos de Aproveitamento de Recursos Hídricos	45
2.7.1. Panorama Hidroeléctrico em Timor-Leste	45
2.7.2. Aproveitamento a fio de Água aos Projectos Identificados	47
2.8.Índices de Consumo	47
2.8.1. O Acesso à Água em Timor-Leste	47
2.8.2. Consequências do Deficiente Acesso à Água	48
2.9. Problemas da Qualidade de Água (Poluição, Dureza, Turvação)	49
2.9.1.Poluição da Água	49
2.9.1.1. Principais Fontes de Poluição e sua Consequências	49
2.9.2. Dureza da Água	51
2.9.3. Turvação da Água	53
2.10. Sistemas de Captações Tradicionais	54

CAPITULO 3	59
Aproveitamento da Água da Chuva para Uso Doméstico	59
3.1. Regime de Chuva: Análise dos Dados de Precipitação	59
3.2. Caracterização de Qualidade da Água da Chuva	60
3.3. Factores que Afectam a Qualidade de Água da Chuva	61
3.4. Componentes do Sistema de Colecta de Água da Chuva	62
3.5 Dimensionamento do Sistema de Recolha	68
3.6 Cálculo do Volume do Reservatório	70
3.6.1. Volume de Água consumido por dia em Habitações rurais	71
3.6.2. Cálculo do Volume Captado numa Habitação Rural	72
3.6.3. Método do Cálculo	74
3.6.4. Escolha do Volume do Reservatório para os Locais Seleccionados	76
3.6.4.1 Tratamento da série de Lospalos	77
3.6.4.2 Tratamento da série de Bobonaro	79
3.6.4.3 Tratamento da série de Dili	81
3.6.4.4 Tratamento da série de Betano	83
3.7. Remoção de Materiais Grosseiros	85
3.8. Descarregador da Primeira Chuva	85
3.9. Armazenamento	86
3.10. Dispositivos de Protecção da Qualidade da Água Armazenada Através da Desinfecção	88
3.10.1. Desinfecção por Ozonólise	88
3.10.2. Desinfecção por Pastilhas de Cloro	88
3.10.3. Desinfecção por UV (Solar)	89
3.11. Proposta de Desenho para um Sistema de Recolha de Água da Chuva	92
CAPITULO 4	
Conclusões	95
REFERENCIAS	97
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Exemplo de jarros utilizados na Tailândia

Figura 1-2: Três componentes básicos de um sistema de recolha de água da chuva: Captação (1), sistema de distribuição (2), reservatório de armazenagem (3). [2]

Figura 1-3: Reservatório de armazenagem para pequenas quantidades. [2]

Figura 1-4: Reservatórios de armazenagem para grandes quantidades de água (1 m³ a 30 m³ para um sistema domestico a nível de agregado familiar). [2]

Figura 2-1: África Oriental, Ásia e Oceânia Ocidental

Figura 2-2: Precipitação média mensal em Timor.
Gráfico elaborado com dados fornecidos por [4]

Figura 2-3: Características físicas do território e divisão administrativa de Timor-Leste em Distritos e Sub-Distritos.
Fonte Direcção Nacional de Estatística de Timor-Leste (DNE)

Figura 2-4: Mapa orográfico de Timor-Leste obtido de um modelo digital de terreno produzido com base nos dados SRTM (mosaicos e125, e126)

Figura 2-5: Esquema de secção NS que ilustra a estratigrafia de rochas alóctones, provenientes da placa Asiática, sobre rochas autóctones depositadas sobre a placa Australiana.

Figura 2-6: Característica de caudais dos Rios de Timor-Leste no tempo da Chuva e Verão

Legenda: Udan Tau = Tempo da Chuva; Bai Loro = Tempo Seco.

Figura 2-7: Bacias hidrográficas de Timor-Leste

Fonte: Direcção Nacional de Gestão de Recurso de Agua (DNGRA)

Figura 2-8: Variação da população de cada Distrito, 1999-2009

Fonte: DNE

Figura 2-9: Densidade populacional de cada Subdistrito, 2010

Fonte: DNE

Figura 2-10: Fontes principais de água

Fonte: Plano Estratégico de Desenvolvimento de 2011-2030 [8]

Figura 2-11: Exemplo de fontes da poluição de água.

Fonte: http://www.vidgua.org.br/imagens/ImBauru/agua_b3.gif

Figura 2-12: Captação de água em poço.

Figura 2-13: Exemplo da captação de água nas áreas rurais de Timor-Leste

Foto tirada pela DNGRA.

Figura 2-14: Exemplo da captação de água nas áreas rurais de Timor-Leste

Foto tirada pela DNGRA

Figura 3-1: Exemplo de habitação considerada para o cálculo de volume de água recolhido do telhado.

Figura 3-2: Gráfico que representa a percentagem do volume fornecido em função do volume do reservatório (m³)

Figura 3-3: Gráficos representando os volumes fornecidos diariamente, em função do volume do reservatório

Figura 3-4: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m³) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

Figura 3-5: Gráfico representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m³) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

Figura 3-6: Gráfico que representa em ordenada a percentagem do volume fornecido em função do volume do reservatório (m³).

Figura 3-7: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m³) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

Figura 3-8: Gráfico que representa em ordenada a percentagem do volume fornecido em função do volume do reservatório (m³).

Figura 3-9: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m³) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

Figura 3-10: Configurações do tanque de contacto da desinfecção por UV.

Figura 3-11: Materiais usados para a colecta e armazenamento de água da chuva

INDICE DE TABELAS

Tabela 2-1: Resumo das bacias hidrográficas

Tabela 2-2: Distribuição e densidade populacional (habitantes / km²) nos Distritos

Fonte: Direcção Nacional da Estatística (DNE).

Tabela 2-4: Classificação das águas de consumo quanto a dureza (CaCO₃) e qualidade [10]

Tabela 3-1 Lista de locais classificados em locais mais secos (A) e mais húmidos (B), com base nos valores de precipitação anual registados no período de 1953-1974.

Tabela 3-2: Concentrações totais médias de metais para cada tipo de telhado em mg / m³ [11]

Tabela 3-3: Concentrações médias de contaminantes para cada tipo de telhado face aos critérios de qualidade da água potável metais para cada tipo de telhado [11, 14]

INDICE DE QUADROS

Quadro 2-1: Usos, funções e valor económico da água em Timor-Leste

Quadro 2-2: A água e os objectivos de desenvolvimento do milénio

Quadro 3-1: Tipo de contaminação derivada do material constituinte do telhado [11]

Quadro 3-2: Recomendações para escolha do material para o telhado [11]

Quadro 3-3: Factores de risco relativos à presença de contaminações na água recolhida de telhados [11]

Quadro 3-4: Características da água que afectam a desinfeção UV [11]

CAPITULO 1

Introdução

1.1.Enquadramento

O aproveitamento de água da chuva para usos domésticos nas áreas rurais é uma prática pouco conhecida para a população de Timor-Leste em geral, embora esta prática seja muito utilizada nos países vizinhos como Tailândia, Austrália, Singapura e em outros países. Em muitos países o aproveitamento de água da chuva é uma prática muito antiga e vem sendo usada há milhares de anos e que se foi abandonado ao longo do tempo, à medida que os sistemas de abastecimento público de água se foram expandindo.

A importância da água limpa é indiscutível, sendo indispensável para a manutenção da vida no planeta. É em virtude deste panorama que cresce a necessidade de encontrar meios e formas para preservar a água potável passando necessariamente pela busca de novas tecnologias e pelo aumento da eficiência no uso de água pela população.

O uso de fontes alternativas de suprimento é citado como uma das soluções para o problema de escassez da água e solução para conservação de água. Dentro destas fontes destaca-se o aproveitamento da água da chuva e se caracteriza por ser uma solução simples e barata para se preservar água potável.

A introdução do aproveitamento da água da chuva para uso doméstico em Timor-Leste, para além de ser um sistema novo no aproveitamento de água tenta resolver três grandes problemas: Primeiro é a escassez, que já atormenta algumas populações em Timor-Leste e que, num futuro próximo alcançará maiores proporções embora a água da chuva seja abundante e frequentemente desperdiçada sem aproveitamento. O segundo problema, acontece na sua totalidade nas áreas rurais, facilitar a população ao acesso de água potável

através do aproveitamento de água da chuva. A população vive em habitações isoladas e longe das nascentes, com o aproveitamento de água da chuva reduz o tempo para buscar água nas nascentes; O terceiro problema é a drenagem urbana. As águas da chuva podem aumentar o custo do saneamento em áreas urbanas porque requerem uma rede de drenagem própria. Limitando a impermeabilização do solo e recolhendo as águas das coberturas, minimiza-se o problema.

Dentro deste contexto o tema “ ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA UTILIZAÇÃO LOCAL” relativo à gestão da água é relevante na situação de Timor-Leste onde as infra-estruturas para abastecimento de água a população não cobrem as zonas rurais. O estudo de técnicas para recolher, armazenar e utilizar água da chuva tem importância prática não só em Timor-Leste, mas em muitas regiões de baixa densidade populacional e sem fontes permanentes de água na proximidade das habitações. Um aspecto crítico a considerar neste estudo é relativo aos problemas da qualidade da água que é recolhida e armazenada para utilização doméstica.

1.2. Aproveitamento de água da chuva

1.2.1. Importância do aproveitamento de água da chuva

A água da chuva pode ser uma fonte de água pura. A precipitação quando tem origem numa atmosfera não poluída, contém muito poucas impurezas. Porém ao atingir a superfície terrestre, há inúmeras oportunidades para que minerais, bactérias, substâncias orgânicas e outras formas de contaminação atinjam a água. A poeira e a fuligem acumulam-se nos telhados, contaminando a água da chuva que é recolhida a partir desta superfície. Matéria orgânica proveniente de resíduos vegetais e animais também trazem poluentes para as águas da chuva. Além disso, o uso altamente difundido de pesticidas, fertilizantes e produtos químicos de origem industrial que são dispersos no ambiente também podem vir a contaminar a água da chuva. Mas frequentemente a água da chuva pode fornecer

água limpa e confiável, desde que os sistemas de colecta sejam construídos e mantidos de forma adequada e a água seja tratada apropriadamente para o uso previsto. A necessidade de filtração e desinfecção varia conforme ela seja destinada a usos potáveis ou não potáveis. Para usos menos exigentes, uma simples filtração e desinfecção (cloração, ou tratamento por ultravioleta, por exemplo) podem trazer os indicadores de qualidade para níveis adequados. No caso de uso para irrigação, o tratamento necessário é mínimo, normalmente requerendo apenas filtração para remover partículas grosseiras.

O aproveitamento de água da chuva surge também como uma medida que tenta resolver três grandes problemas:

O Primeiro é a escassez de água, que já atormenta um grande número de pessoas pelo mundo e que, num futuro próximo alcançara maiores proporções.

O segundo problema, acontece nas áreas rurais, facilitar a população ao acesso da água potável através do aproveitamento de água da chuva. Nas áreas rurais, em caso específico áreas rurais em Timor-Leste, a falta de acesso de abastecimento de água, e por outro lado a população vive em habitações isoladas e longe das fontes onde vão buscar a água, o aproveitamento de água da chuva é conveniente;

O terceiro problema é a drenagem urbana. As águas da chuva podem aumentar o custo do saneamento em áreas urbanas porque requerem uma rede de drenagem própria. Limitando a impermeabilização do solo e recolhendo as águas das coberturas, minimiza-se o problema.

Com o armazenamento da água da chuva, é possível a solução parcial de problemas enfrentados nas áreas rurais e nos grandes centros urbanos, proporcionando novo uso às águas de chuva que, hoje, causam problemas, sendo utilizadas para novos fins.

1.2.2 Descrição dos casos de aplicação na Tailândia, Singapura, Alemanha e Austrália

1.2.2.1. Tailândia

A utilização de água da chuva para o consumo doméstico nas áreas rurais na Tailândia é um hábito ancestral. Todas as áreas rurais na Tailândia usam este sistema de abastecimento de água da chuva como água potável para o consumo diário. O sistema está planeado para seis pessoas em cada habitação. São montados grandes jarros à volta da casa, tantos quantos necessários, dependendo do espaço e conectados a caleiras. O armazenamento da água da chuva do telhado da casa em jarros é uma necessidade para obter água potável com boa qualidade e barata. Antes da introdução dos jarros para o armazenamento de água da chuva no seio das comunidades, muitas comunidades não tinham a mínima ideia como os proteger para evitar a entrada de mosquitos. Existem jarros com capacidades variáveis desde 100 a 3000 litros e são equipados com tampas, torneiras e tubagem para descarregamento de sujidades no tempo de lavagem. A capacidade/medida mais frequente de jarros utilizados na Tailândia é de 2000 litros com preços entre 18-20 dólares americanos cada e armazenam água da chuva suficiente para seis pessoas da habitação durante a estação seca que dura mais ou menos seis meses. A Figura 1 demonstra um exemplo desses jarros. Para aquisição de jarros aos residentes das áreas rurais, o governo utiliza duas formas de apoio que são: Primeira aproximação: Assistência técnica e treinamento aos residentes das áreas rurais na fabricação de jarros. Este tipo de aproximação é muito favorável para muitas aldeias e encoraja os residentes das aldeias a trabalhar cooperativamente. Esta forma de aproximação incentiva os residentes das áreas a utilizar uma tecnologia apropriada ao ambiente e fácil de aprender, e a poder fabricar jarros que podem ser vendidos ao mercado local. A segunda aproximação é aplicada às aldeias que não têm trabalhadores para fabricar jarros, sendo dada assistência com empréstimos rotativos para comprar jarros. [1]

A população é beneficiada com estas duas aproximações, os jarros obtidos pertencem aos utilizadores e a manutenção é de total responsabilidade de quem os usa. As populações são também treinadas em como assegurar a qualidade de água e como aumentar a duração de vida dos jarros.

Este programa inicialmente foi implementado pela iniciativa da população organizada numa organização que eles chamam “População e Desenvolvimento da Comunidade”. Na Tailândia, o sucesso adquirido no trabalho da fabricação de jarros, encorajou o governo de Tailândia a introduzir este programa como programa nacional para aproveitamento de águas pluviais. [1]



Figura 1-1: Exemplo de jarros utilizados na Tailândia.

1.2.2.2. Singapura

A água pluvial é captada dos telhados dos prédios e armazenadas em duas cisternas separadas para usos não potáveis.

Sistema de captação e utilização de água pluvial no aeroporto de Changi. A água proveniente das pistas de aterragem e dos espaços verdes localizados nas redondezas é encaminhada para dois reservatórios. Um dos reservatórios é utilizado para controlar os fluxos de água quando ocorrem maiores escoamentos superficiais e evitar inundações e o outro reservatório é usado para recolha do escoamento. [1]

1.2.2.3. Alemanha (Berlim)

Em Outubro de 1998, foram implementados vários sistemas de aproveitamento de água pluvial para controlar as cheias urbanas, poupar água para cidade e melhorar o microclima. [7]

A água pluvial é captada dos telhados (32000 m^2) de 19 edifícios é recolhida e armazenada num tanque de 3500 m^3 . Esta água é utilizada na descarga de autoclismos, rega de espaços verdes e na recarga de uma lagoa artificial. [7]

No edifício Belss-Luedecke-Strasse, a água pluvial dos telhados (com uma área de aproximadamente 7000 m^2) é descarregada num sistema separativo pluvial e encaminhada para uma cisterna com uma capacidade de 160 m^3 , em conjunto com o escoamento das ruas, dos parques de estacionamento e dos pavimentos (representando uma área de 4200 m^2). A água é tratada em várias etapas e usada para descarga de autoclismos e rega de jardins. O sistema assegura que a maioria dos poluentes existentes no escoamento inicial seja retirada do sistema separativo pluvial e lançados no sistema separativo doméstico para tratamento apropriado numa ETAR. [7]

Com base numa simulação de 10 anos, a poupança em água potável através da utilização de água pluvial foi estimada como sendo certa de 2430 m³ por ano. [7]

O uso da água pluvial permite a conservação da água na cidade e a redução da descarga de poluentes dos sistemas de esgotos para as águas superficiais. [7]

1.2.2.4. Austrália (Melbourne)

Foi instalado um tanque com a capacidade de, aproximadamente, 1200 m³ de forma a armazenar água pluvial suficiente para rega num parque público. [7]

É incentivada a instalação de sistemas de aproveitamento de água pluvial nas novas construções através da criação de linhas directrizes desta técnica. [7]

1.2.2.5. Japão (Tóquio)

A arena Royogoku de combate de sumo utiliza a água pluvial em grande escala para descarga de autoclismos e no ar condicionado. A água pluvial é captada a partir do telhado (com uma área de 8400 m²) e encaminhada para um tanque de armazenamento subterrâneo de 1000 m³. [7]

O edifício Sumida City Hall usa um sistema semelhante.

O Rojison é um sistema simples e único de utilização de água pluvial a nível comunitário, erguido pelos residentes locais, que visa utilizar a água pluvial recolhida dos telhados das habitações unifamiliares para rega de jardins, combate a incêndios e obtenção de água potável em casos de emergência. [7]

1.2.2.6. EUA (Ilha do Hawai)

Uso de água pluvial no National Volcano Park:

- Foram construídos sistemas de aproveitamento de água pluvial para abastecer com água 1000 trabalhadores e residentes do parque e 10000 visitantes por dia. [7]
- O sistema inclui: um telhado de edifício com a área de 0,4 hectares, uma superfície de captação subterrânea com mais de 2 hectares e tanques de

armazenamento (2 tanques reforçados com betão de 3800 m³ cada e 18 tanques em pau-brasileiro de 95 m³ cada). [7]

- Vários edifícios pequenos, também, têm o seu próprio sistema de utilização de água pluvial. [7]
- Foi construída uma estação de tratamento e bombagem para oferecer aos utilizadores do parque uma água de boa qualidade. [7]

1.3. Descrição dos dispositivos usados

1.3.1. Definição

A recolha de água no seu sentido mais lato pode ser definida como a colecta da água da chuva de escoamento (escorrência) para abastecimento domestico, para a agricultura e manejo ambiental. Os sistemas de recolha da água que é captada a partir do escoamento dos telhados ou das superfícies do solo, são designados pelo termo de recolha de água da chuva. Este trabalho centra-se na recolha de água da chuva dos telhados ao nível de agregado familiar ou de comunidade, para fins domésticos, tal como seja, beber, cozinhar e lavar. [2]

1.3.2. Componentes dos Sistemas de Recolha

Cada sistema de recolha de água da chuva é constituído por três componentes básicos (Figura 1-2):

- 1 captação ou superfície do telhado para colectar a água da chuva
- 2 sistema de distribuição para transportar a água do telhado para o reservatório de armazenagem (caleiras ou tubos de drenagem)
- 3 reservatório ou tanque de armazenagem para guardar a água até que a mesma seja utilizada.

O reservatório de armazenagem tem um instrumento/ dispositivo de extração que, dependendo da localização do tanque, pode ser uma torneira, corda e balde ou uma bomba. [2]

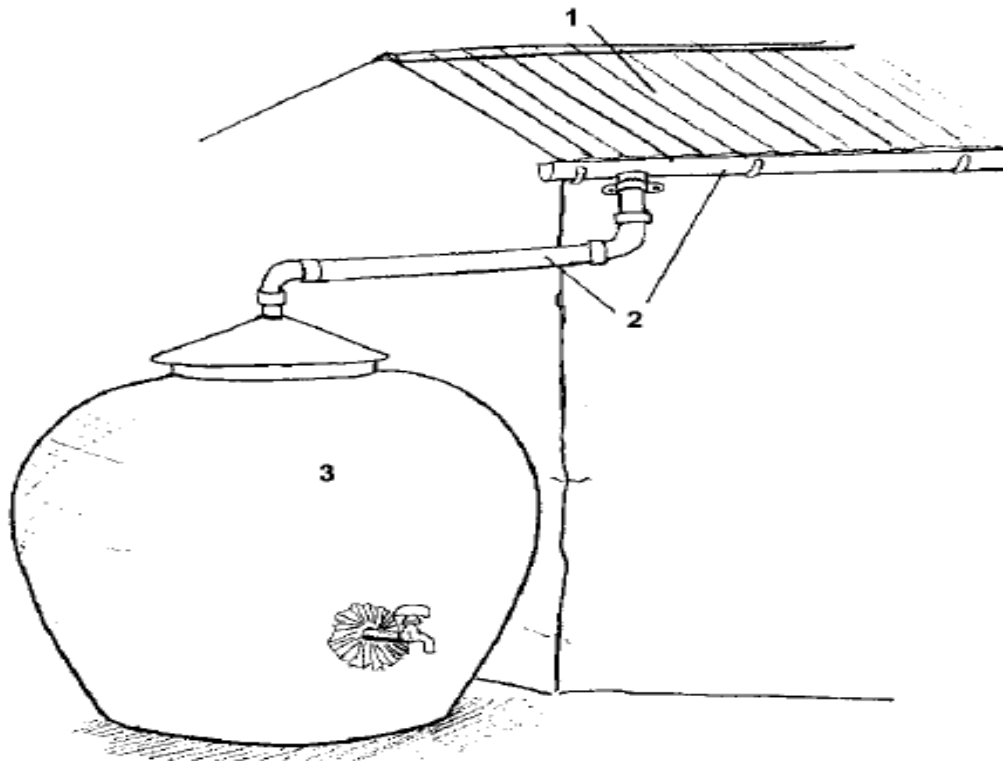


Figura 1-2.Três componentes básicos de um sistema de recolha de água da chuva: Captação (1), sistema de distribuição (2), reservatório de armazenagem (3). [2]

1.3.3.Superfície de Captação

A captação de um sistema de recolha de água é a superfície que recebe directamente a água e a drena para o sistema. Este trabalho centra-se na Recolha de Água da Chuva (RAC) proveniente do cimo do telhado, mas também é possível uma RAC de escoamento superficial. Contudo, a água de superfície em muitos casos não é adequada para beber na medida em que a qualidade da água não é suficientemente boa. [2]

Não interessa o material empregue no telhado para recolher a água. Não obstante a água, a água a ser utilizada para beber não deve ser recolhida de telhados cobertos de palha ou cobertos com asfalto. Também não se deve utilizar chumbo

nestes sistemas. As superfícies de captação de telhado que são apropriadas são as fabricadas de chapas onduladas e galvanizadas, chapas de plástico ondulado e de telhas. Os telhados feitos de placas de cimento ou cobertos com feltro também podem ser utilizados sempre que estejam limpos. As chapas de cimento-amianto (fibrocimento) que não apresentem estragos não têm um efeito negativo sobre a qualidade da água. Contudo, se as chapas estiverem danificadas, mesmo que se trate de apenas pequenos estragos, podem causar problemas de saúde. [2]

1.3.4. Sistema de distribuição

O sistema de distribuição a partir da captação desde o cimo do telhado é composto, normalmente, por caleiras que pendem lateralmente do telhado em direcção a um cano que se encontra em baixo (tubo de queda) e um tanque. Este sistema de distribuição ou de caleiras é utilizado para transporte da água da chuva desde o telhado até ao reservatório de armazenagem. Para um funcionamento eficaz do sistema de recolha de água da chuva, é crucial que o sistema de caleiras seja bem desenhado e construído cuidadosamente, na medida em que as caleiras são, geralmente, o elo mais fraco dum sistema de recolha de água da chuva. Caso o sistema de caleiras e do tubo de queda esteja bem montado e mantido, até 90% (ou até mesmo mais) de água da chuva recolhida no telhado poderá ser enviada para o tanque de armazenagem. Os materiais mais comuns utilizados para as caleiras e os tubos de queda são o metal e o PVC. [2]

Devido a elevada intensidade das chuvas nas regiões tropicais, a água da chuva pode transbordar por cima da caleira (convencional) o que resulta numa perda de água e num baixo índice de recolha; As chapas anti-salpico podem evitar este desperdício de água. [2]

1.3.5. Reservatório de armazenagem

O tanque destinado à armazenagem da água representa, normalmente, o elemento de maior investimento de capital dum sistema doméstico de RAC. Por isso, geralmente é esse elemento que requer o desenho mais acurado, de forma a se poder otimizar a capacidade de armazenagem e uma robustez estrutural, ao mesmo tempo que os custos são mantidos o mais baixo possível. Nos países em desenvolvimento utilizam-se alguidares e balde plásticos, *jerrycans*, bilhas de barro ou de cerâmica, tambores velhos de óleo/petróleo e recipientes de comida vazios, como recipientes de armazenagem de água em pequenas quantidades.

[2]



Figura 1.3: Reservatório de armazenagem para pequenas quantidades. [2]

Para a armazenagem de quantidades maiores de água o sistema normalmente necessitará de um reservatório que se encontra em cima (tanque) ou abaixo do solo (cisterna). Os reservatórios podem variar em tamanho – desde um metro cúbico (1 000 litros) até centenas de metros cúbicos, no caso de reservatórios grandes. Duma forma geral, o tamanho varia de 10 até ao máximo de 30 metros cúbicos para um sistema doméstico, a nível do agregado familiar e de 50 a 100 metros cúbicos para um sistema a nível de comunidade ou de escola, evidentemente dependendo imenso do padrão pluviométrico local ao longo do ano. Os reservatórios com uma forma redonda são normalmente mais fortes do que os quadrados. Para além do mais, os reservatórios redondos requerem

menos material se comparados com a capacidade de armazenagem de água dos quadrados. [2]

Existem duas categorias de reservatórios de armazenagem: de superfície (tanques) e sub-superficiais ou enterrados no solo (cisternas). Os tanques superficiais são os mais correntemente utilizados para a recolha a partir do telhado. Os materiais de que são construídos são o metal, madeira, plástico, fibra de vidro, tijolos, blocos que se encaixam (ou blocos inter-travados), blocos de terra compactada ou de cascalho, de ferro-cimento e de betão armado. A escolha do material depende da disponibilidade local e se este não é muito dispendioso. Na maioria dos países o mercado oferece normalmente tanques/cisternas de plástico de vários volumes. Os reservatórios ou tanques de superfície de um modo geral são mais caros que as cisternas, mas também duram mais. É necessária uma torneira para extrair a água do tanque de superfície. [2]

O material e o desenho para as paredes de tanques ou cisternas têm que poder resistir à pressão do solo e da água no solo a partir do exterior quando o reservatório se encontra vazio. As raízes das árvores podem danificar a estrutura que se encontra abaixo do solo. Por isso a localização é muito importante. Caso esteja parcialmente acima do nível do chão e bastante acima do nível do lençol freático, evitará problemas causados pela subida da água do lençol freático e a passagem de camiões, que podem criar estragos à construção que fica em baixo da terra. Podem-se utilizar materiais locais como sejam madeira, bambu e trabalhos de cestaria como alternativas ao aço, para reforçar os tanques de betão. Uma cisterna subsuperficial necessita de um dispositivo para fazer subir a água, como seja uma bomba ou um sistema de balde-corda. Para se evitar a contaminação da água armazenada, é importante que se disponha de um dispositivo para elevar a água e se empreenda uma manutenção e limpeza regulares. [2]

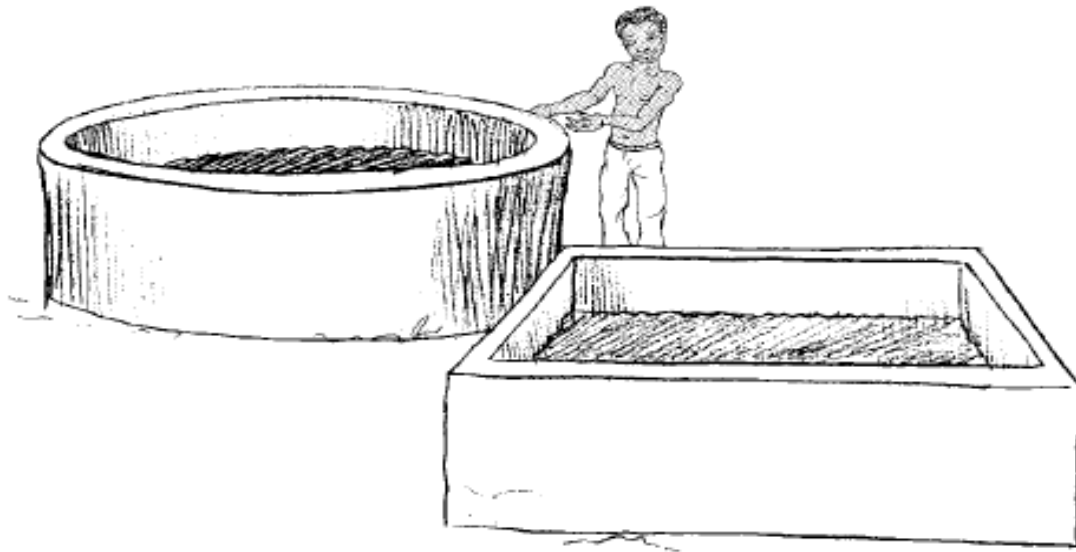


Figura 1.4: Reservatórios de armazenagem para grandes quantidades de água (1 m^3 a 30 m^3 para um sistema domestico a nível de agregado familiar). [2]

1.4.Objectivo a Atingir

- Analisar o problema apresentado e procurar soluções de armazenamento e tratamento sustentáveis para o abastecimento doméstico nas áreas rurais;
- Contribuir para a avaliação da viabilidade do aproveitamento de água da chuva para usos domésticos;
- Identificar as localidades onde os sistemas de aproveitamento de aproveitamento de água da chuva têm mais potencial.

CAPITULO 2

Necessidade e Uso de Água em Timor

2.1. História e Organização Administrativa de Timor-Leste

Timor-Leste situada na parte oriental do arquipélago da Indonésia, na zona leste da Ilha de Timor, a República Democrática de Timor-Leste, enquanto estado independente, é um dos países mais recentes do Mundo. No entanto, muitos antropólogos defendem que os primeiros habitantes desta ilha possam datar 40.000 anos A.C. [3]

O contacto com o mundo ocidental só se deu no início do século XVI com a chegada dos portugueses à zona do Enclave de Oecussi. Foi esta abertura ao mundo ocidental que impulsionou o interesse comercial de Timor-Leste, em muito pela procura portuguesa de sândalo. A sua importância geográfica é estratégica, enquanto ponto comercial levou à disputa territorial entre Portugueses e Holandeses e deu lugar, em 1859, a um Tratado no qual os portugueses cedem a parte ocidental da Ilha. [3]



Figura 2-1 : África Oriental, Ásia e Oceânia Ocidental

Até 1942, a ocupação portuguesa ocorreu de forma estável e só seria interrompida pela invasão japonesa nesse mesmo ano mas, após a derrota do Japão na II Guerra Mundial, Portugal volta a deter o poder administrativo de Timor-Leste. [3]

A década de 60 marcou um novo período do colonialismo português, em que os interesses de Portugal em Timor-Leste não eram puramente comerciais, existindo um claro sentimento de ajuda ao desenvolvimento e à recuperação pós ocupação japonesa, nomeadamente através de planos de desenvolvimento. Apesar dos esforços durante toda a década de 60, a taxa de crescimento em Timor-Leste continuava muito baixa e o país estava muito debilitado. [3]

Na sequência da revolução de 1974, Portugal adoptou uma política de autonomia e as províncias ultramarinas tornaram-se progressivamente autónomas e com uma vida política activa. Desta forma, em Novembro de 1975 e depois de um período de conflito interno entre as duas principais forças políticas, Timor-Leste declara-se independente. Em Dezembro do mesmo ano, as tropas indonésias invadem Timor-Leste e anexam o seu território enquanto 27ª Província Indonésia. As duas décadas seguintes foram de instabilidade e violência, marcados por períodos de guerrilha contra a ocupação Indonésia e condições de vida de extrema dificuldade. Só em 1999, a Indonésia mostra a disponibilidade para considerar a independência de Timor-Leste realizando-se no final desse mesmo ano um referendo, sob a coordenação das Nações Unidas, do qual se conclui que quase 80% da população pretendia a independência. O período de tempo entre o referendo e a chegada de forças de paz internacionais revelou-se ainda mais devastador para Timor-Leste, uma vez que as forças contra a independência (apoiadas essencialmente pela Indonésia) destruíram as poucas infra-estruturas do país. [3]

As variadas ocupações territoriais em Timor-Leste, muitas delas caracterizadas por uma enorme violência, não só levaram à destruição das estruturas básicas de

um país debilitado, como criaram um grupo populacional pouco homogéneo, com padrões culturais muito distintos e diversificados. [3]

Somente com a chegada das forças internacionais (sob o comando da Austrália) e com o apoio administrativo das Nações Unidas na criação de um estado independente, Timor-Leste conhece um período de alguma estabilidade e paz, que possibilita o reconhecimento internacional como Estado Independente – República Democrática de Timor-Leste (RDTL) em 20 de Maio de 2002. [3]

Em 2002, com o esforço conjunto das Nações Unidas e da Austrália, Timor-Leste encontra a estabilidade necessária para iniciar a sua “reconstrução” enquanto Estado Independente e autónomo. Esta reconstrução ainda decorre e os efeitos nefastos da violência que se arrastou durante décadas ainda se fazem sentir. [3]

No período de transição, de 1999 a 2002, as Nações Unidas desempenharam um papel de suporte fundamental ao assegurarem o funcionamento administrativo do Estado timorense. No nascimento do Estado autónomo de Timor-Leste, a influência portuguesa é visível, nomeadamente através do contributo de conteúdo jurídico e da influência do modelo constitucional português na base legal do Estado Timorense. [3]

Como Estado independente a República Democrática de Timor-Leste, administrativamente, está dividida em 13 Distritos, 65 Subdistritos e 442 Sucos. [3]

A República Democrática de Timor-Leste actua num modelo político semelhante ao português. O chefe de Estado é o Presidente da República e o Primeiro-ministro é o chefe de governo. O poder legislativo está no parlamento com 65 membros. [3]

2.1.1. Órgãos da Administração que intervém no Sector da Água

2.1.1.1. Administração da Água

Actualmente em Timor-Leste existem duas Direcções Nacionais que funcionam na gestão da água a Direcção Nacional da Gestão de Recursos de Água (DNGRA) de recente formação e a Direcção Nacional dos Serviços de Água e Saneamento (DNSAS). A DNGRA tem competência para implementar a Política Nacional dos Recursos de água, propor normas, definir estratégias, implementar programas e projectos, nos temas relacionados com: a gestão integrada do uso múltiplo sustentável dos recursos de água; a implantação do Sistema Nacional dos Recursos de água; a integração da gestão dos recursos de água com a gestão ambiental do tipo de domínio de água. A DNGRA serve também de base de dados para a DNSAS e outras instituições relevantes ao sector da água, enquanto a DNSAS visa mais a elaboração de projectos da infra-estrutura da produção e distribuição de água potável. Ambas as direcções não possuem leis que regulam as suas actividades. Entretanto, formalmente interagem com outras instituições em diferentes esferas da administração pública.

As instituições envolvidas na administração dos recursos de água actuam em diferentes esferas da administração pública, além de envolverem organizações públicas e privadas.

São dois os domínios das águas em Timor-Leste: águas federais e águas estaduais. Águas federais são os rios, lagos e quaisquer correntes em terrenos de seu domínio, inclui os rios das zonas fronteiriças que provem do território indonésio e se estendem e desaguam em Timor-Leste. Águas estaduais são bens do estado tais as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito encontradas dentro do território. A responsabilidade pela gestão depende do tipo do domínio de água.

2.1.1.2. Relacionamento com outras Instituições

A coordenação da gestão dos recursos de água com instituições intervenientes no sector de água em Timor-Leste funciona:

Secretaria de Estado do Meio Ambiente – tem por missão institucional executar as políticas nacionais de meio ambiente, o controle e a fiscalização no uso dos recursos naturais renováveis, o monitoramento ambiental, a protecção e preservação de ecossistemas, da flora e fauna;

A Secretaria de Estado da Política Energética – A gestão do aproveitamento de água para a geração da energia hidroeléctrica é atribuída à Secretaria de Estado da Política Energética. Nesta questão a Secretaria da Política Energética tem responsabilidades na definição do aproveitamento energético óptimo dos cursos de água, levando em conta os outros usos e sempre em forte coordenação com a Direcção Nacional Gestão dos Recursos de Água

O Ministério da Agricultura e Pescas – tem por responsabilidade promover e consolidar o desenvolvimento sustentável de áreas irrigadas e irrigáveis com o objectivo de aproveitamento dos recursos de água para fins agrícolas, agropecuárias e agro-industriais;

O Ministério da Saúde – Intervém na manutenção da qualidade de água, elabora standardização de parâmetros físicos e químicos de água.

2.2. Clima de Timor

A Ilha tem um clima de monção, típico da maior parte dos Trópicos asiáticos. De Dezembro a Março prevalecem (dominam) os ventos de noroeste a sudoeste,

levando a época molhada para toda a ilha. Entre Maio e Outubro prevalecem os ventos de sudeste a nordeste trazendo condições secas, excepto a costa sul e as encostas onde a época molhada persiste até Julho. A precipitação média anual varia entre 610 mm em Manatuto, no centro perto da costa norte, e 3117 mm em Same no centro - vertente sul, sendo média global próxima de 1700 mm. [3]

A Figura 2-2 representa a distribuição da precipitação média mensal registada em 28 locais entre 1954 e 1974 [3]. Na estação húmida (Dezembro a Maio) a precipitação média ultrapassa 150 mm/mês enquanto na estação seca, de Agosto a Outubro, a precipitação média é inferior a 40 mm/mês. [4]

A distribuição regional da precipitação é influenciada pela altitude e difere entre a costa norte e a costa sul. Dos 36 locais com registos de precipitação só em 6 (Dili, Laga, Laivai, Manatuto, Oecusse e Vemassee) ocorrem precipitações anuais inferiores a 1000 mm com uma frequência superior a 50%. Todos estes locais estão localizados próximo da costa norte. Em mais 8 locais, todos de baixa altitude, ocorrem ocasionalmente (10 a 50% dos anos) precipitações inferiores a 1000 mm. Dos 19 locais em que a precipitação anual é superior a 1000mm 15 situam-se no interior montanhoso, 2 próximo da costa sul e 1 na ponta leste da ilha. Precipitações anuais que ultrapassam 2000 mm foram registadas em 8 locais do interior montanhoso com uma frequência superior a 50%. Verifica-se assim que a orografia tem bastante influência na ocorrência e na intensidade da chuva. [4]

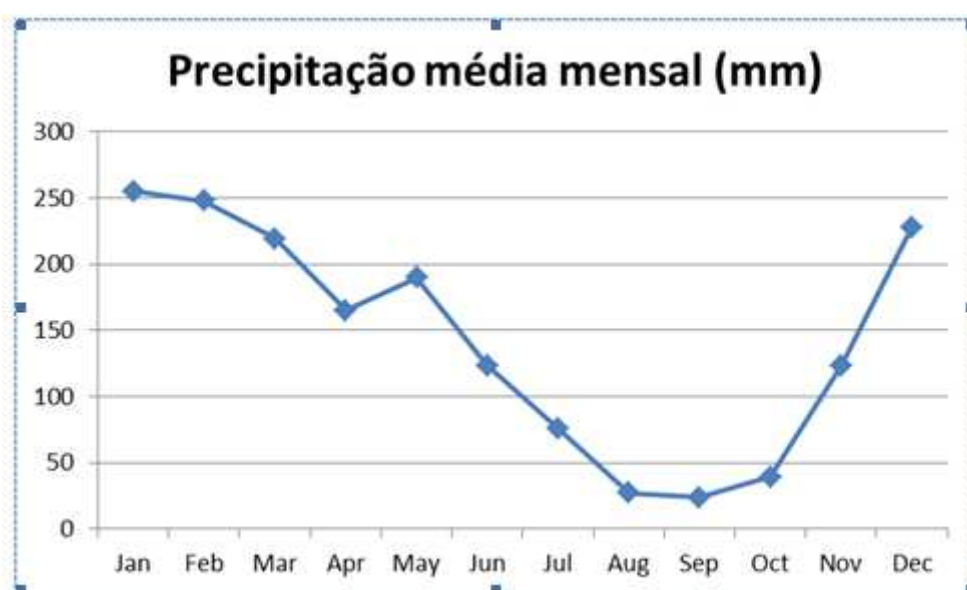


Figura 2-2. Precipitação média mensal em Timor.

Gráfico elaborado com dados fornecidos por [4]

Tal como a maioria das zonas tropicais, há ocasionalmente chuvadas muito fortes sobre Timor-Leste durante um intervalo de tempo muito curto.

Como é típico dos trópicos, existe pouca variação de temperatura durante o ciclo diurno (24 horas) ou ao longo do ano. As maiores variações de temperatura têm lugar nas zonas altas. A temperatura média anual passa dos 27°C ao nível de mar para 24°C aos 500m de altitude, 21°C aos 1000 m, 18°C aos 1500m e 14°C aos 2000m de altitude. [4]

A humidade relativa segue um ciclo diurno, com o máximo por volta do nascer do dia e o mínimo ao meio da tarde. A humidade relativa varia entre 70% e 80%, o que de uma forma geral torna o clima húmido, mas agradável. [4]

A evapotranspiração média anual varia entre 1805 mm ao longo da costa norte em Laga e 607 mm em Fatu-Bessi, localizado a 1120 m de altitude. A evapotranspiração é mínima durante a primeira metade do ano, chegando a um pico em Setembro. [4]

Devido à constância (não variação) das temperaturas ao longo do ano, tem sido difícil estabelecer uma classificação climática útil. A maioria dos autores prefere uma classificação baseada na chuva, como a de Schmidt e Ferguson, que definem o número de meses secos (precipitação menor do que 60mm) e meses húmidos (mais de 100mm). [4]

2.3. Condições Geográficas e Hidrográficas

2.3.1. Condições Geográficas

A República Democrática de Timor-Leste (RDTL) situa-se no Sudeste Asiático, na parte oriental do arquipélago da Indonésia. O território tem cerca de 15.000 km², com um comprimento máximo de 275 km e uma largura de 100 km, ocupando a parte nascente da Ilha de Timor, situada na zona Este das Ilhas da Sunda. O território nacional inclui ainda a Ilha de Ataúro a norte de Díli (141 km²), a Ilha de Jaco (11 km²) ao largo da ponta leste do território e o Enclave de Oecussi (815 km²) situado na parte Oeste da Ilha. [3]

De acordo com o Diploma N.º 9/2004, a divisão administrativa de Timor-Leste é feita em 13 Distritos, 65 subdistritos e 442 sucos (Figura 2-3)

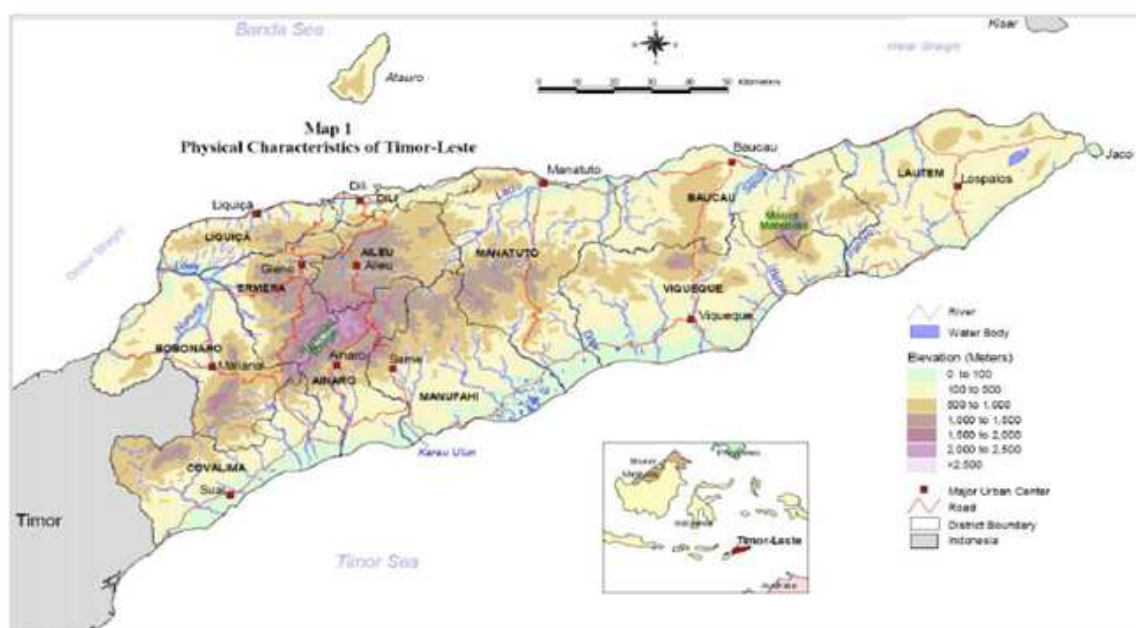


Figura 2-3: Características físicas do território e divisão administrativa de Timor-Leste em Distritos e Sub-Distritos. Fonte: Direcção Nacional de Estatística de Timor-Leste (DNE)

Ao nível da orografia, Timor-Leste caracteriza-se por grandes diferenças ao longo de todo o território. As zonas costeiras são maioritariamente constituídas por planícies, ao passo que as zonas interiores se caracterizam por elevadas altitudes, nomeadamente na zona interior Oeste, onde se situam diversos planaltos e o ponto mais elevado da Ilha – a Montanha de Ramelau (2.963 m). A principal causa do contraste orográfico que existe entre a costa e o interior são as diversas cadeias montanhosas que atravessam a Ilha longitudinalmente (fig. 2-4). De salientar que as maiores planícies se encontram ao longo da costa sul e nas bacias dos dois maiores rios (Lois e Laclo) que correm para a costa norte. Na ponta este existe uma planície interior rodeada por terreno mais elevado. Todo o interior é montanhoso, existindo cordilheiras que percorrem a ilha de oeste para leste. O maior maciço montanhoso é a cordilheira Tatamailau onde se situa o ponto mais elevado, o monte Ramelau, que atinge 2960 m de altitude. As montanhas do interior são densamente entalhadas pelos vales das linhas de água.



Figura 2-4 Mapa orográfico de Timor-Leste obtido de um modelo digital de terreno produzido com base nos dados SRTM (mosaicos e125, e126)

A orografia é explicada pela origem geológica da ilha de Timor que resulta da colisão entre a placa Australiana com a placa da Eurásia. As rochas presentes em Timor têm origem em sedimentos acumulados sobre a plataforma Australiana misturados com blocos de rochas da placa Australiana [5, 6]. Desta forma a ilha de Timor é constituída por rochas não vulcânicas que emergiram do oceano, tendo atingido no início do quaternário uma elevação de cerca de 3000 m. As rochas são predominantemente sedimentares e metamórficas. Na costa sul ocorrem rochas mais recentes que conferem características hidrológicas diferentes entre as costas norte e sul. (Fig. 2-5).

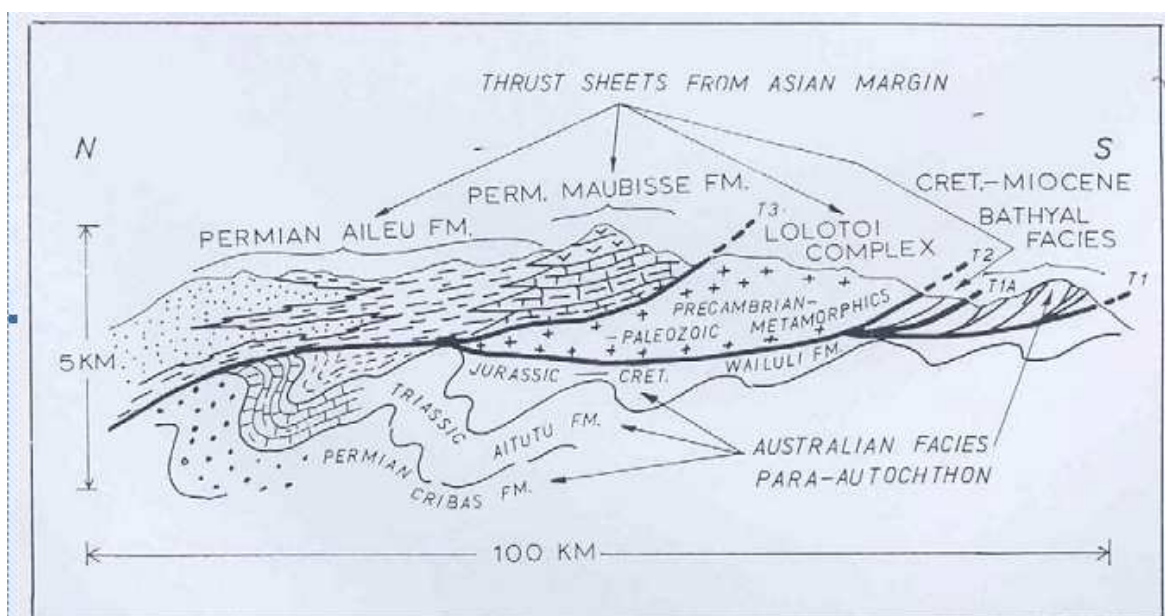


Figura 2-5: Esquema de secção NS que ilustra a estratigrafia de rochas alóctones, provenientes da placa Asiática, sobre rochas autóctones depositadas sobre a placa Australiana.

2.3.2. Condições Hidrográficas

Como foi indicado o território nacional de Timor-Leste divide-se entre a parte oriental da Ilha de Timor, Ilha de Ataúro, Ilhéu de Jaco e o enclave de Oecussi, fazendo com que existam em Timor-Leste muitas bacias hidrográficas de

pequena e média dimensão, além de uma bacia de grande dimensão que tem a nascente em Timor Ocidental (Indonésia).

Uma bacia hidrográfica constitui uma área de captação natural de água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar num leito único que conduz à sua foz.

Está também definido no Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED) de Timor Leste [Página 59, Capítulo 2 PED 2011-2030] o desenvolvimento de uma política para a gestão de bacias hidrográficas e zonas costeiras, incluindo estratégias para reabilitar e proteger o mangue em zonas costeiras, regular a exploração de areia em diversos rios, em especial do Rio Comoro, e criar zonas tampão em margens do rio e em torno de barragens, lagos e linhas costeiras de modo a ajudar à conservação dos recursos hídricos e a controlar planícies aluviais naturais. [8]

Embora os rios formem bacias hidrográficas de dimensão variável, a maior parte deles não possuem caudais estáveis ao longo do ano. Têm características de terem muita água no tempo da chuva e provocarem inundações em algumas partes e opostamente acontece no tempo seco como demonstrados nas imagens (Figura 2-6)



Figura 2-6: Característica de caudais dos Rios de Timor-Leste no tempo da Chuva e Verão. Legenda: Udan Tau = Tempo da Chuva; Bai Loro = Tempo Seco.

De acordo com a definição de bacia hidrográfica e tendo em conta a configuração do relevo e da rede de cursos de água (ribeiras e rios), a DNGRA [13] identificou em Timor-Leste 115 bacias hidrográficas (Figura 2-7) que neste trabalho foram categorizadas em 6 grupos (Tabela 2-1): 1º Grupo $> 2500 \text{ km}^2$; 2º grupo $2500-1000 \text{ km}^2$; 3º grupo $1000-250 \text{ km}^2$; 4º grupo $250-100 \text{ km}^2$; 5º grupo $100-25 \text{ km}^2$ e 6º grupo $< 25 \text{ km}^2$ (as pequenas bacias costeiras).

As maiores bacias hidrográficas situam-se 4 na costa norte 3 na costa sul.
As 4 maiores bacias hidrográficas da costa norte com as suas respectivas áreas de drenagem:

A bacia hidrográfica do rio Lois:

Esta bacia hidrográfica situa-se na costa norte e é a maior bacia em Timor-Leste, no mapa da Figura 2-7 está marcada com o nº 46. Tem uma área de captação de 2633,16 km² e drena todas as áreas dos subdistritos de Maliana, Cailaco e Atabae, no Distrito de Bobonaro e parte dos subdistritos de Letefoho e Hatolia, no Distrito de Ermera e do subdistrito de Maubara (Distrito de Liquiça). O número da população residente nesta área, embora sem um número exacto, é estimado em 20000 habitantes, sendo os Distritos de Ermera e Liquiça dos mais densamente povoados (Tabela 2-2 e Figura 2-9). Nesta bacia hidrográfica é incentivado o cultivo de arroz e milho, que requerem água para rega e café. A maior plantação de café da SAPT (Sociedade Agrícola Pátria e Trabalho) encontra-se na zona alta desta bacia.

A bacia hidrográfica do rio de Lacro:

Esta bacia situa-se também na costa norte e é a 2ª maior bacia em Timor-Leste, no mapa da Figura 2-7 está marcada com o número 93. Tem uma área de captação de 1386,11 km² e drena os subdistritos de Laclubar, Lacro e Manatuto no Distrito de Manatuto. A agricultura dominante nesta área é a do arroz, que usa água para rega, e um pouco de café. O número da população residente é estimado em 7000 habitantes, sendo este o Distrito com a densidade populacional mais baixa (Tabela 2-2 e Figura 2-9).

A bacia hidrográfica do rio Seisal:

Esta bacia hidrográfica situa-se também na costa norte com uma área de captação de 550,64 km² e drena as áreas dos subdistritos de Baucau e Baguia no Distrito de Baucau (nº 106 no mapa da Figura 2-7). A agricultura dominante é o cultivo de arroz, milho e coco. A população residente nesta bacia é elevada, cerca de 4500, contudo tem uma densidade populacional intermédia (Tabela 2-2).

A bacia hidrográfica do rio Laleia:

Esta bacia hidrográfica situa-se na costa norte com uma área de captação de 544,16 km² e banha as áreas de Kairui e Laleia no Distrito de Manatuto e parte da

área do subdistrito de Vemasse no Distrito de Baucau (nº 95 no mapa da Figura 2-7). Agricultura dominante é o cultivo de arroz na parte baixa e, na parte alta, o cultivo de milho. Tem pouca população residente nesta área como se pode ver no mapa da Figura 2-9.

As maiores bacias hidrográficas da costa sul, são menores que as da costa norte, sendo as quatro maiores:

A bacia hidrográfica de Karau Ulun:

Esta bacia hidrográfica fica situada na costa sul centro com uma área de captação de 585,61 km² e drena toda a área do subdistrito de Same e Fatuberlihu no Distrito de Manufahi (nº 32 no mapa da Figura 2-7). A população é estimada em 3000 habitantes, e a densidade é baixa comparada com outras bacias (Tabela 2-2). A agricultura dominante é do cultivo de arroz e do milho.

A bacia hidrográfica de Tono:

Esta bacia hidrográfica está situada na costa norte. O Enclave de Oekusi goza de estatuto especial definido na Constituição da República Democrática de Timor-Leste. A área de captação do rio Tono é de cerca de 509,16 km² e drena toda a área do subdistrito de Pante Macassar e parte norte do subdistrito de Oesilo e subdistrito de Pasabe no Distrito de Oekusi (Ambenmo). A população concentrada nesta área hidrográfica é de 4500 habitantes. A agricultura dominante nesta área é o cultivo de arroz na parte baixa e cultivo de milho na parte alta. Esta bacia hidrográfica está classificada com o número 15 no mapa da Figura 2-7.

A Bacia hidrográfica de Iralalaru:

Esta bacia hidrográfica fica situada na parte leste de Timor-Leste. A sua área de captação é cerca de 439,49 km² e drena todo o subdistrito de Lospalos do Distrito de Lautem (nº 12 no mapa da Figura 2-7). Lospalos é uma planície num planalto. Existe o rio Iralalaru com grande caudal cujo curso não dá saída para o mar, desaparece no sopé da montanha Paichau. O número de população que reside

Armazenamento da água da chuva para utilização local

aqui é de 10000 habitantes, sendo no entanto uma das áreas menos densamente povoada (Tabela 2-2, Figura 2-9). A agricultura dominante é o cultivo do milho mas não é regado. O cultivo de arroz é de pequena escala.

A bacia hidrográfica de Irabere:

Esta bacia hidrográfica fica situada na costa sudeste de Timor-Leste com uma área de captação com cerca 374,81 km² e drena parte sul do subdistrito de Viqueque e litorais dos subdistritos de Watukarbau e Watulari no Distrito de Viqueque (nº 92 no mapa da Figura 2-7). Há uma população nesta área de 4000 habitantes, contudo este é também um dos Distritos menos densamente povoados (Tabela 2-2, Figura 2-9). A agricultura dominante é o cultivo de arroz. Watulari e Watukarbau são considerados o celeiro de Timor-Leste da parte leste.

Tabela 2-1: Resumo das bacias hidrográficas

Área (Km ²)	Número	Nome da bacia
≥2.500	46	Lois
2.500-1000	93	Laclo
1000-250	12,15,25,32,47,60, 64,86,88,92,94, 95,99,104,106,108	Iralalaru, Tono,Belulik,Karau Ulun,Lomea,Tafara, Noel Besi,Clerec,Cuha,Irabere,Laclo do Sul, Laleia,Luca,Sahen,Seisal,Eu Tuco
250-100	1,2,8,30,35,49,55, 61,80,82,83,89,90, 98,100,102,103,107, 109,111,113,	Ataúro,Baucau,Com,Buitu,Comoro,Mola,Rai Ketan, Natarbora,Salele,Suai,Bebui,Dasidaro,Dilor, Lihuto,Malailada,Namaluto,Raumoco,Uai Muhi, Urunami,Vemassee,Watukarbau,
100-25	3,4,5,6,9,16, 26,27,34,37,38,45, 54,56,58,66,67,69, 74,78,84,85,87, 91,96,101,105, 110,112,114,115	Beaço,Behau,Betano,Binagua,Hera,Lugassa, Be Malai,Berita,Comluli,Fatumolin,Houran,Leometik Quelan,Rihtu,Santana,Oelete,Oenuno,Bibitk, Maquelab,Raimea,BoroUai,Buiguira,Corianira, Dolacuan,Lequinamo,Manoleden,Saqueto, Veira,Vero,Wuedauberek,Peri.
≤25 Km ²	7,10,11,13,14, 17,18,19,20,21, 22,23,24,28,29,31, 33,36,39,40,41, 42,43,44,48,50,51, 52,53,57,59,62, 65,68,70,71, 72,73,75, 76,77,79,81, 97,	Buku, Hatomanulaho, Holba, Inur, Pilila,Jaco,Kaikasa, Metinaro,Aimetehu, Aiseahe,Arkisolan,Babonu, Behau,Batubeleler,Bautu,Biakia,Boro,Caicassa, Carbutaeloa,Emeta,Gularloa,Hatulihu,Hoci, Katehuleha,Labain,Laclo,Mausako,Morae, Moraelloa, Paloa, Pulapu, Sanakiana, Tacitolu, No Name, Noel Meta,Nono Antil,Nono Houkech,Nono Kaeh, Nono Kolamsina, Nono Manu, Nono Namnu, Nono Oetelu, Nono Slumolo, Sakato, Sai Maubara, Lianau,

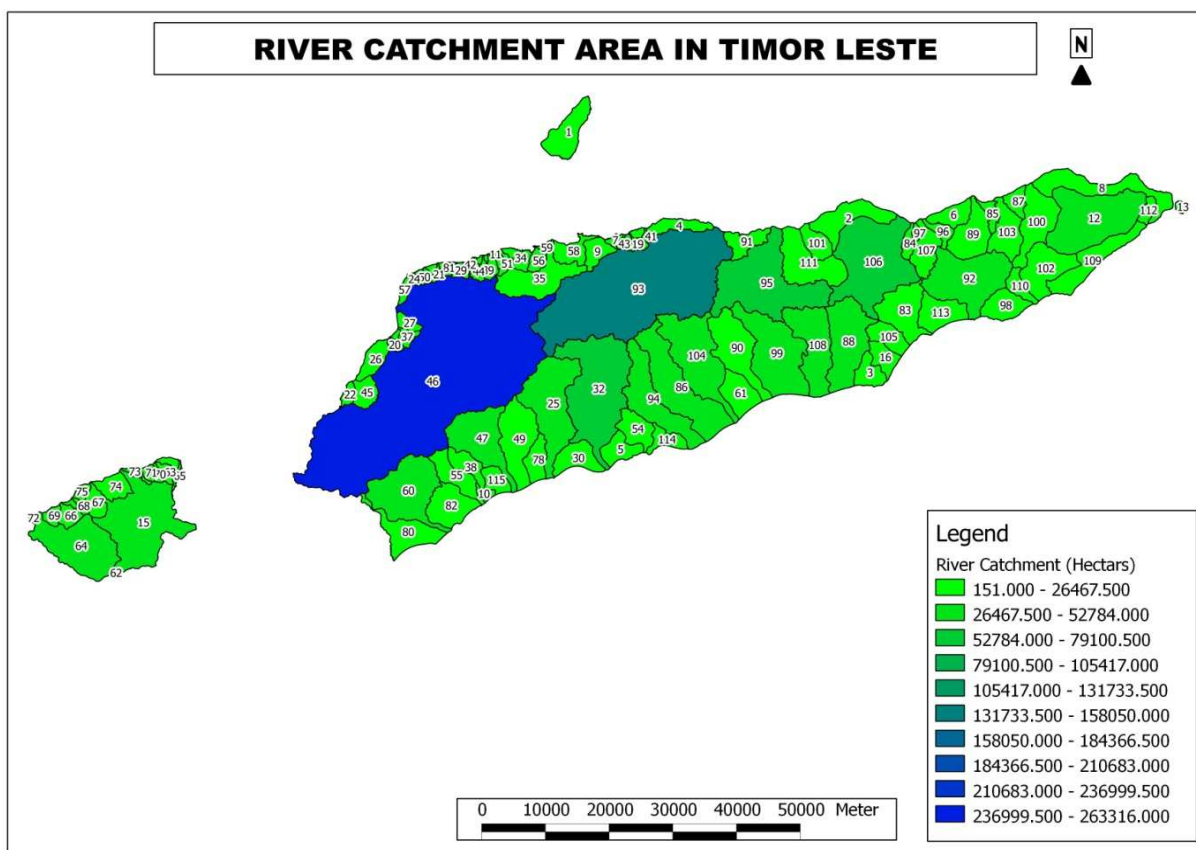


Figura 2-7: Bacias hidrográficas de Timor-Leste

Fonte : Direcção Nacional de Gestão de Recurso de Água (DNGRA)

A rede hidrográfica, ou seja a rede de cursos de água que drenam as bacias que foram indicadas, está representada na Figura 2-7. A densidade da rede é elevada correspondendo a uma elevada capacidade de drenagem. Assim a água de escorrência tende a ser rapidamente transportada para o mar não existindo reservas superficiais significativas. Na ponta este de Timor existe uma bacia de tipo endorreico que tem alguma capacidade de armazenamento. Existem actualmente algumas barragens de rega que funcionam como pontos de captação, tais como a barragem de Oebaba no subdistrito de Zumalai Distrito de Covalima, barragem de Bebuy no subdistrito de Watukarbau distrito de Viqueque, barragem de Oelubo no subdistrito de Maliana distrito de Bobonaro e barragem de Lois no subdistrito de Atabae distrito de Bobonaro. De acordo com “ O Plano de Electrificação de Timor-Leste com Base em Energias Renováveis”.

É igualmente necessário obter mais água, para aumentar os sistemas de irrigação actuais e propostos. As regiões capazes de ter agricultura alimentada pela água das chuvas, já foram exploradas, pelo que qualquer expansão dos terrenos agrícolas dependerá de novos esquemas de irrigação, capazes de sobreviver à estação seca. É preciso encontrar novas fontes de água para alimentar estes sistemas. Embora não exista água suficiente para alimentar os sistemas de irrigação existentes ou propostos, Timor-Leste recebe suficiente pluviosidade anual para permitir culturas em todas as zonas baixas, caso a água possa ser armazenada durante a estação seca. Todos os anos, há quantidades abundantes de água que correm para o mar, com muito poucos sistemas que permitam recolher e armazenar esta água. [8]

Será conduzido um estudo de viabilidade de grandes barragens. Caso estas sejam viáveis, serão efectuados planeamento e investimento cuidadosos ao nível de barragens, com vista a garantir a disponibilidade de água para irrigação durante todo o ano. [8]

De acordo com o “Plano de Electrificação de Timor-Leste com Base em Energias Renováveis” [3]: serão construídas mais 28 barragens e em alguns casos algumas funcionarão ao mesmo tempo como barragens de rega. De entre estas 28 barragens para aproveitamento hidroeléctrico, as mais importantes são as de: Rio Belulik (Ainaro), barragens em série, Rio Ahangcain (Manatuto), Rio Batuto (Atsabe-Ermera) em série, Rio Magapu (Atsabe-Ermera) em série, Rio Caraulun (Bobonaro) em série. A última destas barragens em série será utilizada para barragem de rega (irrigação). [3]

2.3.3. Hidrologia Subterrânea

Os estudos da hidrologia subterrânea constituem uma importante ferramenta de planeamento para a definição de alternativas de aproveitamento das águas subterrâneas de forma racional e por meio de sistemas de captação mais adequados às condições de ocorrência e aos volumes exploráveis.

Não se efectuou até a actualidade qualquer estudo na área da hidrologia subterrânea para determinar estimativas das reservas renováveis e dos recursos hídricos subterrâneos exploráveis, embora 50% de abastecimento de água da cidade de Dili vêm de poços perfurados. No Plano Estratégico de Desenvolvimento Nacional de 2011-2030 está planeado e serão conduzidos projectos-piloto para encontrar e testar lençóis de água que envolverá a perfuração de 20 poços tubulares, sobretudo em terras baixas e terras semi-baixas, com vista a identificar boas localizações futuras e a desenvolver critérios para um maior desenvolvimento nos casos em os resultados sejam satisfatórios. [8]

2.4. Distribuição da População, Uso do Solo, Actividades

2.4.1. Demografia

Actualmente Timor-Leste tem cerca de 1 milhão de habitantes. O recente crescimento populacional é consequência do aumento da Taxa de Natalidade bem como pelo regresso dos refugiados, em muito possibilitado/impulsionado pelo período de estabilidade política e social que o país atravessa (Figura 2-8). Entre 2001 e 2004 registou-se uma Taxa de Crescimento Média Anual (TCMA) da população de cerca de 5,3% e, de acordo com as previsões, é expectável que Timor-Leste continue a registar um aumento considerável da população nos próximos anos. O cenário intermédio (Medium) da DNE prevê que a população

total possa atingir cerca de 2 milhões nos próximos anos e mais de 3 milhões em 2050. [3]

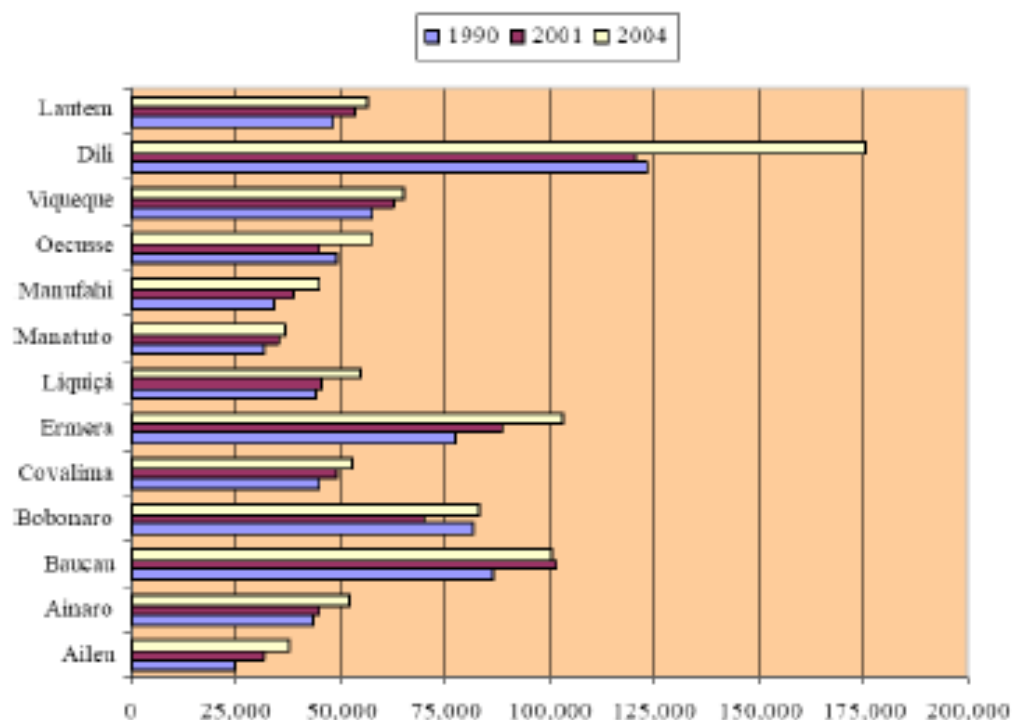


Figura 2-8 : Variação da população de cada Distrito, 1990-2004. Fonte : DNE

Nota-se enormes contrastes na concentração da densidade populacional. As zonas em torno dos grandes centros urbanos, como Dili e Baucau, são de elevada concentração e o restante território é maioritariamente constituído por áreas onde a densidade não atinge os 75 habitantes por km² (Figura 2-9). Importa ainda salientar que o Distrito de Dili que inclui os subdistritos de Ataúro e Metnaro representa cerca de um quarto da população total (Figura 2-8). [3]

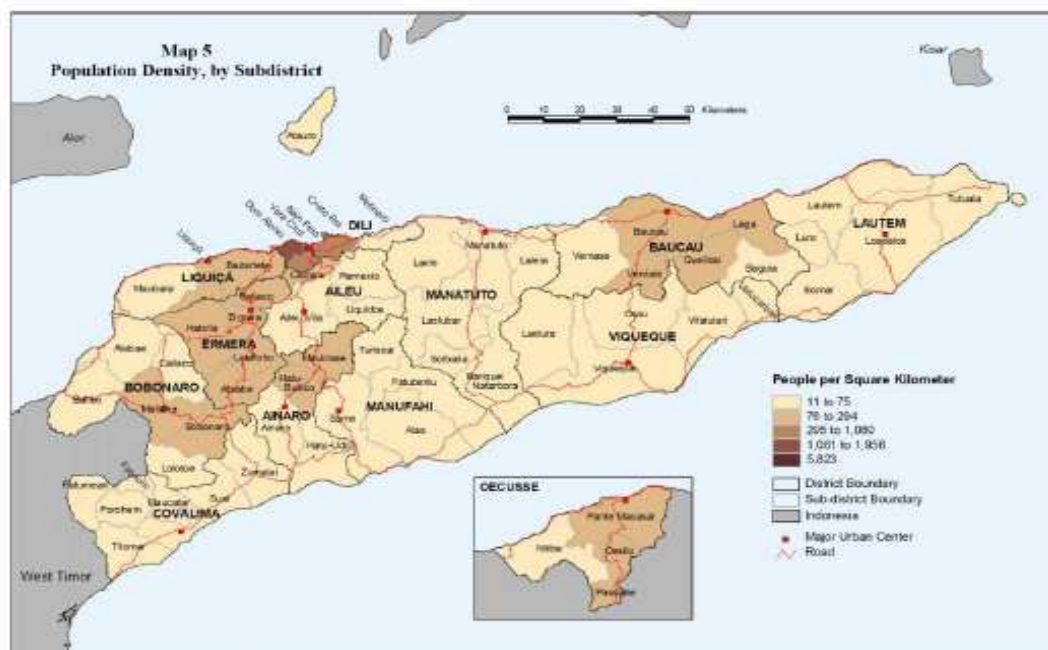


Figura 2-9 : Densidade populacional de cada Subdistrito, 2010. Fonte: DNE

Conforme já foi referido, a população de Timor-Leste é pouco homogênea e resulta da mistura de vários grupos étnicos, designadamente os austronésios (ou papua) mas, ainda assim, também se nota uma ligeira influência portuguesa resultante do período colonial.

Tabela 2-2: Distribuição e densidade populacional (habitantes/km²) nos Distritos
Fonte: Direcção Nacional da Estatística (DNE).

No	Distrito	Superfície (km ²)	Dens. Pop 1990	Dens. Pop 2004	Dens. Pop 2010
1	Aileu	737,310	33	51	62
2	Ainaro	803,982	54	65	74
3	Baucau	1505,899	58	67	74
4	Bobonaro	1375,972	59	61	65
5	Covalima	1202,545	38	44	50
6	Dili	367,052	336	479	638

7	Ermera	768,327	102	134	149
8	Lautem	1812,651	27	31	33
9	Liquiça	549,089	81	100	115
10	Manatuto	1781,837	18	21	24
11	Manufahi	1323,153	26	34	37
12	Oecussi	813,623	60	71	81
13	Viqueque	1877,432	31	35	37
	Total	14.918,87	66	92	110

2.4.2. Uso do Solo

Para definirmos o uso do solo antes de tudo temos que compreender algo sobre a posse da terra em Timor-Leste. Há 5 categorias de posse de terras em Timor-Leste, tais como:

- Posse de terra consuetudinário – Locação, uso, transferências são determinados pelos líderes da comunidade. Todas as terras nas áreas rurais pertencem ao suco. Há terrenos vazios, mas não quer dizer sem dono. O dono é a comunidade ou suco local. O suco tem os seus limites definidos e essa área com todo o seu conteúdo pertence ao suco local.
- Posse de terra privada – isto é um conceito amplamente importante em países desenvolvidos e é geralmente concentrado nas áreas urbanas, onde foi desenhado para servir os interesses coloniais. Como tal, pode co-existir com os outros sistemas de posse de terra de natureza indígena.
- Posse de terra pública – Virtualmente todas as sociedades reconhecem o conceito de propriedade pública de terras.
- Sistemas de posse de terras religiosas – Este tipo de posse de terras é doado pelos líderes das comunidades, já há muito tempo/longos anos

atrás, às instituições religiosas de modo muito especial as instituições da religião católica. Em Timor-Leste a Igreja Católica possui muitas terras.

- Categorias de posse de terra informal – leque de categorias com vários graus de legalidade ou ilegalidade. Eles incluem a instalação regulada em terreno desocupado e a instalação não regulada em terreno desocupado.

A reforma, da lei relativa à posse de terras, é fundamental, para o desenvolvimento a longo prazo, da agricultura e do sector privado, em especial no que se refere a colheitas de rendimento, tais como: o café e outras potenciais indústrias agrícolas que precisam atrair investimento.

Para o uso eficiente do uso da terra Timor-Leste enfrenta três tipos de desafios na reforma das terras: terrenos agrícolas sob práticas consuetudinárias; terrenos urbanos, que necessitam de divisão em zonas e de direitos de propriedade claros, e terrenos do governo que podem ser utilizados para investimento publico e privado, como por exemplo desenvolvimento do turismo ou do petróleo. [8]

2.5. Usos da Água em Timor-Leste

Na tradição do povo de Timor-Leste a água é mais que um recurso natural indispensável, tendo um valor simbólico relacionado com a vida, e é usada seguindo preceitos antigos. Para o estado de Timor-Leste a água é considerada um bem público que é gerida por regras tradicionais, uma vez que ainda não existe uma Lei da Água. O uso para fins públicos deve ter prioridade sobre a utilização privada, mas para respeitar as tradições é necessário negociar a utilização com as autoridades tradicionais dos sucos.

2.5.1. Usos, Funções e Valores da Água

Os usos da água em Timor-Leste desempenham um conjunto de funções primordiais para as populações que residem principalmente nas áreas rurais e são apresentados no Quadro 2-1. As fontes sagradas de água, fazem parte da cultura da sociedade tradicional timorense, desempenhando uma função espiritual, religiosa e cultural e como tal só tem um valor cultural e de legado. A água também serve de suporte ao crescimento dos ecossistemas naturais e semi-naturais. Estes têm um contributo decisivo para a alimentação, o fornecimento de matérias primas e a elaboração de produtos medicinais, e, como complemento à agricultura de subsistência satisfazem uma porção das necessidades básicas. Para além de um valor de uso directo, este uso de água também tem um valor ecológico e de legado. As águas dos rios são usadas para regar várzeas para a cultura do arroz e em hortas para cultura de milho. A população rural utiliza a água de nascentes para as suas necessidades básicas. Após o trabalho no campo a água das nascentes é usada para a higiene pessoal e lavagem da roupa. A água para preparar alimentos é transportada diariamente da nascente para as habitações. [9]

Quadro 2-1: Usos, funções e valor económico da água em Timor-Leste

Usos	Funções	Classificação	Valor económico
Fontes sagradas de água	Espiritual, religiosa e cultural	Água cidadania	Cultural e legado
Ecossistemas naturais e semi-naturais	Satisfação das necessidades básicas	Água cidadania	Uso directo ecológico e legado
Consumo humano	Satisfação das necessidades básicas	Água vida	Uso directo
Irrigação da agricultura de subsistência	Satisfação das necessidades básicas	Água vida	Uso directo
Irrigação da agricultura comercial	Produtos de rendimento	Água negócio	Uso directo
Indústria e serviços	Produtos de rendimento	Água negócio	Uso directo

Fonte: A Economia de Mercado e o Direito Humano à Água em Timor-leste [9]

2.6. Fontes de Águas Usadas

Um elemento de vital importância no desenvolvimento económico e social, saúde e bem-estar do povo de Timor-Leste, é o acesso à água potável e saneamento. De acordo com os censos de 2010, apenas 66% da população de Timor-Leste tem acesso a alguma forma de água tratada (seja a água canalizada, tanque protegido ou bomba de mão ou engarrafada). As nascentes são as principais fontes em todo o território de Timor-Leste nas áreas rurais. Para mais de um terço das famílias timorenses, o acesso à água fica a dez ou mais minutos. [8]

A principal fonte de água potável, nas áreas urbanas, é água canalizada (42%). Nas áreas rurais, a principal fonte de água são poços ou nascentes (25%). A Figura 2-10 mostra a importância das fontes de água nacionais, nas áreas rurais e urbanas. [8]

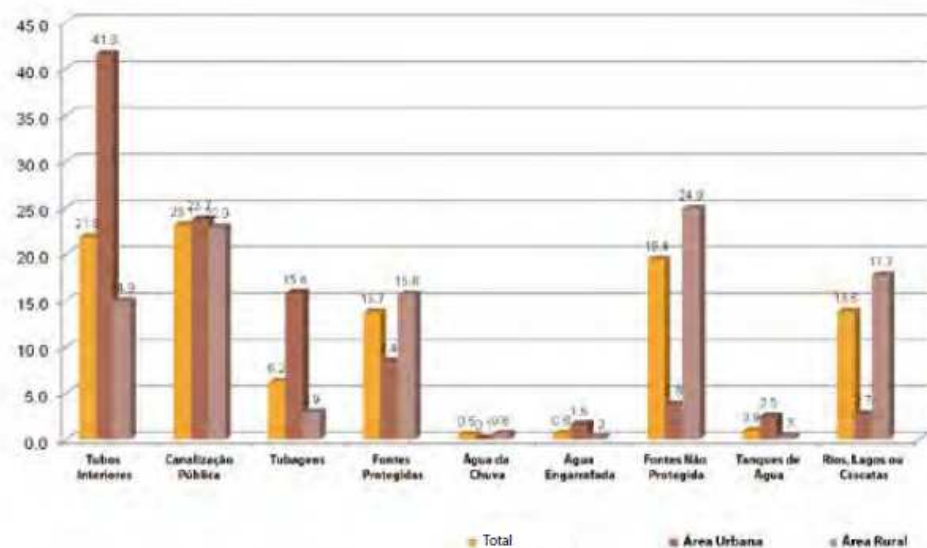


Figura 2-10: Percentagem de habitantes servidos por cada tipo de fonte de água
Fonte : Plano Estratégico de Desenvolvimento de 2011-2030 [8]

A escassez de água é comum, em muitas áreas, na época seca. Têm sido construídos vários projectos de abastecimento de água, contudo a sua sustentabilidade torna-se, em muitos casos, um problema com muitas comunidades a enfrentar dificuldades com o funcionamento e manutenção dos mesmos.

O abastecimento de água melhora a saúde da população e reduz o tempo necessário para caminhar longas distâncias para recolher água.

O acesso a água de boa qualidade e em quantidade adequada é uma prioridade, tanto nas áreas urbanas como nas áreas rurais, e está directamente ligada à saúde da população. É importante frisar que diversas doenças têm sua origem na água contaminada e respondem por mais da metade dos internamentos hospitalares na rede pública de saúde.

Em áreas rurais, a situação é bastante diferenciada, sendo que 43% dos domicílios rurais não dispõem de nenhum tipo de água canalizada e apenas 18% dos domicílios rurais estão ligados à rede de abastecimento. Além das medidas estruturais para minimizar as perdas nas redes, é necessário a fiscalização de usos e da ocupação nas áreas de mananciais, de forma a evitar a degradação das fontes de água, juntamente com campanhas de esclarecimento da população sobre o adequado uso deste importante recurso natural. [8]

2.6.1. Captação de Águas Superficiais

O manancial superficial pode aparecer na natureza através de diferentes formas, como córregos, ribeiros, rios, lagos e represas.

Para elaboração de projectos de captação de águas superficiais, apresenta-se algumas características qualitativas e quantitativas desses cursos de água que devem ser avaliadas. Algumas das mais importantes são:

Armazenamento da água da chuva para utilização local

- Levantamento de dados fluviométricos do curso de água em estudo e informações sobre oscilações de nível de água nos períodos de estiagem e enchente;
- Levantamento de dados hidrológicos da bacia em estudo ou de bacias próximas;
- Características físicas, químicas e bacteriológicas da água;
- Localização, na bacia, de focos poluidores actuais e potenciais.

Alguns factores devem ser levados em conta no momento em que se estiver escolhendo o local para ser feita a captação, tais como:

- Distância da captação à estação de tratamento;
- Eventuais custos com desapropriações;
- Necessidades de estações elevatórias;
- Disponibilidades de energia eléctrica para alimentação de motores;
- Facilidade de acesso.

2.6.2. Captação de Águas Subterrâneas

As reservas de água subterrânea provêm de dois tipos de lençol de água ou aquífero:

- Lençol freático, onde a água se encontra livre, com sua superfície sob a acção da pressão atmosférica;
- Lençol confinado, onde a água se encontra confinada por camadas impermeáveis e sujeita a uma pressão maior que a atmosfera.

As águas subterrâneas, potencialmente apresentam boa qualidade para consumo humano, embora o lençol freático seja muito vulnerável à contaminação; são relativamente fáceis de se obter, ainda que nem sempre em quantidade suficiente e também podem ser localizadas nas proximidades das áreas de consumo e isso é considerado como principais vantagens da utilização das águas subterrâneas.

2.6.3. Oferta e Procura de Água em Timor-Leste

A água para o consumo humano e para a irrigação das actividades agrícolas da agricultura de subsistência (Quadro 2-1) destina-se essencialmente à satisfação das necessidades básicas, tem um valor de uso directo e é classificada como água para a vida. Os dois últimos usos, irrigação da agricultura comercial, indústria e serviços, destinam-se a produzir produtos que tem um valor de uso directo, uma remuneração no mercado e fazem parte da chamada água para o negócio. [9]

Em Timor-Leste as principais fontes de águas são as nascentes, os poços, os furos e os cursos de água. Na maior parte do país as fontes de água são bens comuns, públicos ou comunitários. As fontes de água comunitária podem ser acedidas por todos os membros que pertencem a um dado grupo, havendo em alguns casos, acesso privilegiado para os membros originais. A qualidade da água depende da erosão e dos resíduos domésticos havendo uma deterioração na estação chuvosa. É expectável que a oferta de água no médio e longo prazo possa ser afectada pela desflorestação e pelas mudanças climáticas. [9]

Para a rega de arroz e de hortas são usadas águas provenientes dos rios, captadas em pequenos açudes que são conduzidas por canais. A água dos rios é também para lavar roupa. Para uso na higiene pessoal são mais frequentemente usadas águas subterrâneas.

Em relação à procura, os dados disponíveis do consumo humano, indicam valores próximos dos 28 litros por dia e per capita, enquanto os valores recomendados para uma vida digna são cerca de 50 litros. É previsível que a procura de água venha a ter aumentos significativos nos próximos anos, devido por um lado à melhoria das condições de vida e por outro ao crescimento populacional de cerca de 3,1 por cento ao ano. [9]

2.6.4. Desafios para os Recursos Hídricos de Timor-Leste

O principal desafio que se coloca aos recursos hídricos de Timor-Leste é, em primeiro lugar, saber se os recursos existentes serão suficientes no futuro considerando que a procura terá tendência para aumentar devido ao desenvolvimento económico em curso, melhoria das condições de vida e crescimento significativo da população. O segundo desafio consiste em identificar as consequências que a desflorestação, as alterações climáticas e a passagem de muitas áreas ocupadas actualmente por ecossistemas naturais e semi-naturais para outros usos (habitação, turismo, indústria, agricultura comercial) terão na oferta futura de água. Considerando que no futuro, um cenário de alguma escassez de água não é descabido, o terceiro desafio diz respeito à arbitragem entre os diferentes usos e os diferentes utilizadores da água. Se a resposta às questões levantadas pelos dois primeiros desafios está fora do âmbito desta reflexão, a resposta à questão levantada pelo último desafio constitui o ponto central da nossa investigação e diz respeito ao modo como se deve efectuar a gestão dos recursos hídricos de forma a garantir o direito humano à água e indirectamente o direito à satisfação das necessidades básicas.

Tal como hoje se coloca para muitos países, a escolha no futuro em Timor-Leste será entre uma gestão pública da água, em que existe cooperação, responsabilidade e controlo democrático e uma gestão privada baseada no mercado competitivo ou de concorrência.

2.7. Planos de Aproveitamento de Recursos Hídricos

2.7.1. Panorama Hidroeléctrico em Timor-Leste

Aquando da independência de Timor-Leste, não existiam no país aproveitamentos hidroeléctricos activos. Quanto às redes meteorológica e hidrológica, as mesmas incluíam uma razoável cobertura climatológica, pluviométrica e evaporimétrica. O mesmo não se pode dizer, porém, em relação à cobertura hidrométrica, que era virtualmente nula. [3]

Em 1973, pouco antes do final da colonização portuguesa, tinha sido iniciado o funcionamento de duas estações hidrométricas em Hato Damata e Ponte de Gleno, na Ribeira de Gleno (Ermera), mas, devido aos acontecimentos que conduziram à independência do território, as mesmas não chegaram a produzir dados utilizáveis. [3]

Em 2003, o Governo Norueguês começou a cooperar com Timor-Leste, através da Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), tendo criado, em Dili, uma instituição denominada Hydrotimor que, recentemente foi integrada na Direcção Nacional da Gestão dos Recursos de Água (DNGRA), a qual continua a contar com cooperação norueguesa, no que respeita ao desenvolvimento hidroeléctrico:

- Estudo, projecto e construção do micro-aproveitamento de Gariuai, localizado nos rios de Wainable e Builai, não muito distante de Baucau, com uma potência máxima instalada de 326 kW, turbinando um caudal máximo de 202 l/s sob uma queda útil de 187 m. Esta central está ligada à rede local, permitindo uma diminuição do consumo dos combustíveis fósseis que alimentam os geradores térmicos existentes;

- Estudo Prévio e Projecto para Concurso do Aproveitamento Hidroeléctrico de Iralalaru, no rio Irasuqueru, para o qual foi estabelecida uma potência máxima de 28 MW, turbinando um caudal máximo de 10 m³/s sob uma queda útil de 313,6 m;
- Instalação de estações hidrométricas temporárias, nomeadamente em Atsabe (Ermera) e no rio Irasiqueru, neste último caso, para utilizar no projecto do Aproveitamento Hidroeléctrico de Iralalaru.

Os dados gerados por estas estações hidrométricas continuam a ser muito escassos mas tiveram uma importância crucial no desenvolvimento do presente Plano. Aliás, a escassez de dados hidrométricos disponíveis reflecte-se, necessariamente, numa menor precisão das estimativas do potencial hidroeléctrico realizadas no referido plano.

A cooperação norueguesa tem intenção de assistir o Governo de Timor-Leste na criação de uma rede hidrométrica permanente e de âmbito nacional, intenção essa que se saúda e que, se for levada por diante, criará registos temporais de valor inestimável para o desenvolvimento do país. [3]

Para além do micro aproveitamento hidroeléctrico de Gariuai existe ainda o aproveitamento de Loehuno (12 kW) construído no âmbito do programa de electrificação rural. [3]

Estando o presente estudo do potencial hidroeléctrico incluído no plano geral de electrificação de âmbito nacional, considerou-se que só os aproveitamentos com potências superiores a 1 MW têm verdadeira relevância para esse mesmo Plano. Por essa razão, além de procurar aproveitamentos novos, ainda não identificados ou estudados, considerou-se ainda o Aproveitamento Hidroeléctrico de Iralalaru. [3]

2.7.2. Aproveitamento a fio de água dos projectos identificados

Para identificar potenciais aproveitamentos hidroeléctricos a fio de água, analisaram-se as cartas topográficas de Timor, à escala de 1:25.000, elaboraram-se perfis longitudinais das linhas de água mais importantes e visitaram-se, no terreno, três locais que, à data da realização dos trabalhos de campo, se apresentavam como sendo dos mais promissores. [3]

No processo de identificação e pré-selecção dos locais, foram adoptados critérios que resultam da experiência profissional dos técnicos da equipa do projecto, nomeadamente no que respeita a:

- Relação entre o comprimento do circuito hidráulico e a queda obtida com o mesmo;
- Possibilidade de realizar interligações curtas entre diferentes linhas de água;
- Possibilidades de obter potências instaladas superiores a 1 MW.

Com base nesta metodologia, foram identificados os vinte e oitos aproveitamentos a fio de água, apresentados no Anexo I

2.8. Índices de Consumo

2.8.1. O acesso à água em Timor-Leste

O acesso à água em Timor-Leste ainda está longe de atingir a totalidade da população. Em 2007, cerca de 63,1 por cento da população tinha acesso a uma fonte de água melhorada, sendo que esta cobertura aumentava para 79,9 por cento nas áreas urbanas e se reduzia para 50 por cento nas áreas rurais. No que diz respeito ao saneamento a situação é ligeiramente pior já que somente 46 por cento tem saneamento básico, aumentando esta percentagem para 79,2 por cento nas áreas urbanas e diminuindo para 35,2 por cento nas áreas rurais (UNDP) 2009). Se combinarmos água e saneamento, os distritos com maiores dificuldades são Ainaro, Oecussi e Lautém enquanto aqueles que apresentam um melhor índice são Dili e Manatuto. [9]

2.8.2. Consequências do Deficiente Acesso à Água

O insuficiente acesso da população à água tem múltiplas consequências. Em primeiro lugar, sendo a água um pré requisito para a realização do direito à saúde, o deficiente acesso à água origina as chamadas doenças relacionadas com a água, das quais destacamos a diarreia, a malária e o dengue, todas presentes em maior ou menor grau em Timor-Leste. Em segundo lugar, sendo a água também um pré requisito para a realização do direito humano à educação, as oportunidades perdidas pelas mulheres e os dias de escola perdidos pelas crianças na ida à água contribuem em muitas situações para uma menor escolarização destas e para uma maior pobreza na idade adulta. [9]

Em virtude destas ligações a água está muito presente nos objectivos de desenvolvimento do milénio. O Quadro 2-2 resume para Timor-Leste, os indicadores para as metas relacionadas com a água, os valores observados em 2007 e os projectados para 2015. Até 2009 não se verifica um melhoramento no sector da água e do saneamento nas áreas urbanas. Relevante para a oferta de água no longo prazo é a desflorestação contínua do território, 1,1 por cento ao ano que se deve em muito ao corte de lenha para uso doméstico. [9]

Quadro 2-2: A água e os objectivos de desenvolvimento do milénio

	2007	2015
Percentagem da população com acesso sustentável a uma fonte de água melhorada	Timor-Leste – 63,1 Urbano – 79,9 Rural - 50	Timor-Leste – 78 UA – 86 RA - 75
Percentagem da população com acesso a saneamento	Timor-Leste – 63,1 Urbano – 79,2 Rural – 35,2	Timor-Leste – 78 UA – 80 RA - 55
Taxa de incidência da malária	206 per 1000	45 per 1000
Percentagem de famílias com posse da terra segura	84,4	100
Percentagem da área coberta por florestas	Perda anual de 1,1	35

Fonte: Economia de Mercado e o Direito Humano à Água em Timor-Leste [9]

2.9. Problemas da Qualidade da Água (Poluição, Dureza, Turvação)

2.9.1. Poluição da Água

A água limpa e fresca é essencial para todas as formas de vida. Infelizmente, desde o homem começou a inventar máquinas e a construir grandes fábricas que a maior parte dos rios, lagos e mares, em todas as partes do globo, tem sido utilizada como uma fonte fácil de nos livrarmos do lixo. Esta atitude causou danos a muitas plantas e animais, pondo em risco a saúde humana e poluindo também as águas costeiras. [10]

O conceito de água poluída compreende não só as modificações das propriedades físicas, químicas e biológicas da água, mas também a adição de substâncias líquidas, sólidas ou gasosas capazes de tornar as águas impróprias para os diferentes usos a que se destinam. [10]

Poluição pode ser definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de actividades que prejudiquem a saúde e o bem-estar das populações, que causem danos à fauna e à flora, que afectem as actividades sociais e económicas e as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente. [10]

2.9.1.1. Principais fontes de Poluição e suas Consequências

As principais fontes de poluição dos rios, lagos, ribeiros e toalhas de água e águas superficiais e subterrâneas, são as águas residuais resultantes da indústria, da agricultura e das actividades domésticas. As águas residuais estão carregadas de sais minerais, substâncias não biodegradáveis, fertilizantes, pesticidas, detergentes e micróbios. Tornam a água imprópria para abastecimento público e põe em causa a vida dos seres vivos que habitam os rios, ribeiros e lagos.

Armazenamento da água da chuva para utilização local



Figura 2-11: Exemplo de fontes da poluição de água.

Fonte : http://www.vidgua.org.br/imagens/ImBauru/agua_b3.gif

A poluição da água está associada a diversos factores, entre tais:

- Ao aumento da população;
- Ao do desenvolvimento urbanístico;
- À expansão industrial

Os rios, os lagos e os mares têm vindo a ser utilizados como um gigantesco caixote de lixos, acreditando-se que grandes massas de água tudo diluem e tudo dispersam a uma velocidade suficiente para evitar qualquer poluição.

As doenças que estão relacionadas com a Água poluída são:

- Cólera;
- Hepatite;
- Poliomielite;
- Diarreias infecciosas;
- etc.

Às vezes, a água que parece limpa, contém vírus, bactérias e parasitas (microrganismos patogénicos), que só podem ser vistos ao microscópio. Eles causam doenças já acima referidas.

2.9.2. Dureza da Água

A dureza duma água é causada pela presença de sais minerais dissolvidos, primariamente catiões bivalentes incluindo cálcio, magnésio, ferro, estrôncio, zinco e manganês. Os iões de cálcio e magnésio são normalmente os únicos presentes em quantidades significativas; portanto, a dureza é geralmente considerada como uma medida do teor em cálcio e magnésio na água. [10]

A dureza pode ser determinada por titulação. O teste tradicional para a sua determinação envolve o ajuste do pH a 10.0 ± 0.1 , com um tampão ião amónio / amoníaco, e a adição de indicador negro de eriocromo T (EBT), para titulação com uma solução 0.01 mol/L de Na₂EDTA (sal bi-sódico de ácido etilenodiaminotetracético). O EDTA forma um complexo quelato solúvel quando adicionado à solução de certos catiões metálicos. Estando presente uma pequena quantidade do indicador numa solução que contenha Ca²⁺ e Mg²⁺, a pH = 10.0 ± 0.1 , a solução adquire a coloração vermelho tinto. Com a adição de EDTA, o cálcio e o magnésio serão complexados, e quando todo o cálcio e magnésio forem complexados, a solução virá de vermelho tinto para azul, marcando o fim da titulação. [10]

O ião magnésio deverá estar presente para originar um ponto final satisfatório. Para assegurar esta condição, é adicionada ao tampão uma pequena quantidade de sal de MgEDTA. A duração da titulação deverá ter um limite de 5 minutos, para minimizar a tendência de precipitação de CaCO₃. [10]

A alcalinidade relaciona-se com a dureza porque a fonte mais habitual de alcalinidade são as rochas de carbonatos (calcário), que são sobretudo CaCO₃. Se uma grande percentagem da alcalinidade for CaCO₃, então a dureza é praticamente igual à alcalinidade, se ambas forem expressas como CaCO₃. [10]

Uma água dura contém carbonatos metálicos, sobretudo CaCO₃, e por isso tem alcalinidade elevada. Inversamente (a menos que os carbonatos sejam sódio ou

Armazenamento da água da chuva para utilização local

potássio, que não contribuem para a dureza), uma água leve (macia) também tem alcalinidade baixa e baixa capacidade de tamponamento, ficando mais susceptível a contaminações ácidas, naturais ou antrópicas. [10]

Habitualmente uma água doce natural tem uma dureza total, expressa como CaCO_3 , à volta de 35 mg/L, podendo apresentar valores muito mais elevados, sem qualquer risco para a saúde. Os sais de cálcio e os seus iões são habituais na água e abundam em zonas de solos calcários ou dolomíticos. O ataque das rochas calcárias por CO_2 dissolvido ou a dissolução de sulfatos é a origem natural de dureza. A Tabela 2-4 apresenta uma classificação das águas de consumo quanto à dureza e as implicações na qualidade. [10]

Tabela 2-4: Classificação das águas de consumo quanto a dureza (CaCO_3) e qualidade [10]

Quanto à dureza		Quanto à dureza e qualidade	
Tipo de Água	Dureza	Tipo de água	Dureza
	[mg/L]		[mg/L]
Muito macias	0 a 60	Boa qualidade	<150
Macias	60 a 150	Qualidade média	150 a 300
Mediamente duras	150 a 300	Qualidade aceitável	300 a 600
Duras	>300	Difícil amaciamento	>600

O corpo humano requer diariamente de 0.7 g a 2.0 g de cálcio. No entanto, excessos de cálcio podem criar tendência para a formação de cálculos renais.

O impacto mais importante da dureza na vida aquática parece ser o efeito benéfico dos iões Ca e Mg, baixando a toxicidade de outros iões metálicos, nomeadamente chumbo, cádmio, crómio e zinco. Geralmente, quando mais dura for a água, menos tóxica ela é para a vida aquática. Nas águas duras, alguns iões

metálicos formam precipitados insolúveis e precipitam, ficando indisponíveis para os organismos.

2.9.3. Turvação da Água.

A turvação ou turbidez de uma água traduz-se na dificuldade que ela apresenta na transmissão da luz.

A turbidez ou turvação duma água é causada por diversos materiais em suspensão, de tamanho e natureza variados, tais como, lamas, areias, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. [10]

A presença destes materiais em suspensão numa amostra de água causa a dispersão e a absorção da luz que atravessa a amostra, em lugar da sua transmissão em linha recta. A turbidez é a expressão desta propriedade óptica e é indicada em termos de unidades de turbidez (NTU – Nephelometric Turbidity Unit). [10]

Existem vários métodos de determinação da turbidez:

- Visuais. Comparação directa da amostra com soluções-padrão de diferente turvação previamente preparadas
- Instrumentais. Método nefelométrico – utilização de um dispositivo óptico (turbidímetro) que mede a razão entre as intensidades de luz dispersa numa determinada direcção (normalmente perpendicular à incidência), e de luz transmitida. [10]
- Método espectrofotométrico. Medição da razão entre as intensidades de luz transmitida e de luz emitida, através de um espectrofotómetro. [10]

Do ponto de vista sanitário, a importância da turbidez deve-se fundamentalmente a razões:

- Estéticas. É comum considerar-se uma água turva como poluída. [10]
- De filtrabilidade. Em tratamento de águas, a filtração torna-se mais difícil, ou mesmo mais onerosa, com o aumento da turvação. [10]
- De desinfecção. A desinfecção duma água é tanto mais difícil quanto maior é a sua turvação, uma vez que esta diminui o contacto do desinfectante com os microrganismos. [10]

2.10. Sistemas de Captação Tradicionais

Tradicionalmente existem três tipos de captações de água em Timor-Leste: Poços, nascentes e ribeiras.

- O sistema de captação por poços representado na Figura 2-12 é mais utilizado nas áreas planas. O abastecimento de água a cidade de Dili usa os dois sistemas: captação por poços mais de 70 m de profundidade) e gravítico. Os poços nas áreas planas/baixa rurais na maioria com uma profundidade de 2 à 7 metros.
- O sistema de transporte gravítico de água de uma nascente, até à proximidade de uma aldeia, usando uma calha de bambu está representado na Figura 2-13.



Figura 2-12: Captação de água em poço.



Figura 2-13: Exemplo da captação de água de uma nascente nas áreas rurais de Timor-Leste. Foto tirada pela DNGRA.

Sistemas de condução de água usando bambus rachados, como se vê na Figura 2-13, são muito usados no transporte de água para uma aldeia próxima caso essa aldeia se situar num ponto mais baixo em relação à fonte de água.

- Captação de uma ribeira: O exemplo de captação representado na Figura 2-14 é semelhante ao usado em fontes alimentadas por nascentes.



Figura 2-14: Exemplo da captação de água nas áreas rurais de Timor-Leste. Foto tirada pela DNGRA

Este tipo de captação é muito comum nas áreas rurais de Timor-Leste. Nesta imagem se demonstra uma captação de água no meio do rio que pode ser

também na margem onde se pode encontrar água. Nesta imagem indica-nos que a água foi filtrada no leito do rio, mas continua turva.

As fontes nas encostas também tomam essa forma. É moroso captar água quando é muita gente porque tem de esperar o tempo para a cheia. A maneira de captar água é o que está na imagem com uma caneca ou com casca de coco.

Nas áreas rurais do interior, a fonte de água se encontra à 10-15 minutos de caminhada. Com essa forma de captação e o percurso a percorrer, já se pode imaginar o consumo diário por dia.

O hábito de origem ancestral dos timorenses é residir nas áreas mais elevadas e buscar água em locais mais baixos. Este hábito constitui um obstáculo ao governo em projectar projectos de abastecimento de água nas áreas rurais.

CAPITULO 3

Aproveitamento da Água da Chuva para Uso Doméstico

3.1.Regime de Chuva: Análise dos Dados de Precipitação

Durante o período de administração Portuguesa foram medidas as precipitações mensais em 36 locais de Timor-Leste, no período de 1953 – 1974 [4]. Na Tabela 3-1 é apresentada lista de locais em que foram feitas as medições divididos em dois grupos: a) os locais em que se observaram precipitações anuais inferiores a 1000 mm; b) os locais em que se observaram precipitações anuais superiores a 2000 mm.

Tabela 3-1 Lista de locais classificados como mais secos (A) e mais húmidos (B), com base nos valores de precipitação anual registados no período de 1953-1974

A – Percentagem de anos com precipitação inferior a 1000 mm/ano		B – Percentagem de anos com precipitação superior a 2000 mm/ano	
LOCAL	%	LOCAL	%
Manatuto	94	Fatubessi	95
Laivai	88	Ainaro	91
Laga	68	Same	89
Dili	63	Soibada	86
Oecusse	58	Bobonaro	63
Alas	50	Gleno	62
Atauro	42	Quelicaí	60
Betano	25	Baguial	58
Fohorem	25	Hato Bulico	57
Vemassi	23	Iliomar	55
Zumalai	23	Algarve	47
Liquiça	21	Tutuala	43
Dare	18	Ossu	43
Lore	14	Venilale	43
Suai	11	Lospalos	41
Baucau	9	Lautem	40
Luro	9	Viqueque	40
Maliana	5	Uato Lari	40

A distribuição regional da precipitação é influenciada pela altitude e difere entre a costa norte e a costa sul. Dos 36 locais com registos de precipitação só em 6 (Dili, Laga, Laivai, Manatuto, Oecusse e Vemasse) ocorrem precipitações anuais inferiores a 1000 mm com uma frequência superior a 50%. Todos estes locais estão localizados próximo da costa norte. Em mais 8 locais, todos de baixa altitude, ocorrem ocasionalmente (10 a 50% dos anos) precipitações inferiores a 1000 mm. Dos 18 locais em que a precipitação anual é superior a 1000mm 15 situam-se no interior montanhoso, 2 próximo da costa sul e 1 na ponta leste da ilha. Precipitações anuais que ultrapassam 2000 mm foram registadas em 8 locais do interior montanhoso com uma frequência superior a 50%. Verifica-se assim que a orografia tem bastante influência na ocorrência e na intensidade da chuva.

3.2.Caracterização de Qualidade da Água da Chuva

A água vem sendo usada para fins não potáveis, porém há necessidade e crescente interesse no aproveitamento dessa água como fonte alternativa para fins mais nobres, então cresce também os questionamentos a cerca da sua qualidade onde a poluição atmosférica em muitos casos é visível e percebida pela população. A origem das massas de ar que provocam precipitação é um aspecto importante na qualidade da água da chuva pois existem mecanismos de deposição húmida de alguns poluentes que contaminam a água da chuva. [11]

A natureza da água não poluída é ácida devida à dissolução do dióxido de carbono (CO_2), apresentado normalmente um pH de 5.6. Com a emissão de poluentes para a atmosfera (queima de combustíveis e processos biológicos) e com as transformações químicas que têm lugar na atmosfera, existe uma tendência para o aumento da acidez da água da chuva. O nível de acidez da água da chuva é dependente da história da massa de ar, sendo cerca de 10 vezes

maior que a média com eventos da chuva associados com as massas de ar provenientes de alguns locais industrializados. [11]

3.3. Factores que afectam a qualidade da água da chuva

Na utilização da água da chuva é necessário considerar não só as suas características naturais mas também a degradação de qualidade sofrida aquando da sua recolha no telhado, transporte nas caleiras e durante o seu armazenamento. [11]

Factores como a localização geográfica (proximidade do oceano), a presença de vegetação, as condições meteorológicas (regime dos ventos), a estação do ano e a presença de carga poluidora podem também influenciar a qualidade da água da chuva. [11]

Em regiões com grandes áreas não pavimentadas, ou seja, grandes áreas de terra, provavelmente estarão presentes na água da chuva partículas de origem terrestre contendo silício, alumínio e ferro, já em regiões próximas aos oceanos existe uma maior probabilidade de encontrar iões sódio, potássio, magnésio e cloreto nessa água. [11]

Regiões de intensas actividades agrícolas podem apresentar o inconveniente da água da chuva acarretar os aerossóis de agro tóxico e pesticidas lançados nas plantações. [11]

Algumas actividades naturais também podem gerar poluentes como Material Particulado, óxidos de nitrogénio e enxofre, hidrocarbonetos e monóxido de carbono, a decomposição biológica, as praias e dunas, as queimadas e a erosão eólica do solo e de superfícies.

A chuva funciona como agente agregador, capturando os particulados que agem como núcleos de condensação ou são englobados pelas gotas de nuvens, que ao

se colidirem aumentarão formando gotas sempre maiores, que acabarão por precipitar-se. Nesse momento tem início o processo de remoção por acarretamento, um eficiente agente de limpeza da atmosfera também denominado deposição húmida.

Ao promover a limpeza da atmosfera, a chuva traz consigo os contaminantes presentes na mesma que dependendo da sua natureza e concentração podem afectar as características naturais da água da chuva, podendo ocasionar inclusive o fenómeno da chuva ácida.

A utilização de superfícies para a colecta da água também altera as características naturais da mesma. Durante os períodos de estiagem ocorre a deposição seca dos compostos presentes na atmosfera, esse fenómeno consiste na sedimentação gravitacional e na intercepção do material particulado ou absorção de gases por superfícies. Então a qualidade da água da chuva, na maioria das vezes, piora ao passar pela superfície de captação, que pode estar contaminada também por vezes de pássaros de pequenos animais ou por óleo combustível no caso de superfícies de captação no solo.

3.4.Componentes do Sistema de Colecta de Água de Chuva

A superfície de recolha da água, inclui o telhado, áreas pavimentadas e a superfície do solo. As melhores superfícies de recolha são as consistentes e lisas como os telhados de metal e cimento, tais como: telhados de fibrocimento de aço galvanizado, de telha cerâmica, de zinco, de plástico, de vidro ou mesmo de betão armado, levando em consideração que o tipo de revestimento também interfere no sistema de aproveitamento da água, pois sabe-se que nem toda a água precipitada é colectada.

A quantidade de água recolhida depende do tamanho, superfície, textura e inclinação desta área. Existem diversos materiais utilizados no telhado que

contribuem para a degradação da qualidade da água da chuva devendo ser evitadas tintas, coberturas e telhados que possam conter materiais com cádmio, chumbo ou cobre. No Quadro 3-1 apresentam-se exemplos de tipos de contaminação das águas recolhidas dos telhados construídos com vários materiais.

Quadro 3-1: Tipo de contaminação derivada do material constituinte do telhado [11]

Material	Contaminação
Telhas cerâmicas	Poeira, fuligem, metais
Aço Galvanizado	Chumbo, Cádmio
Madeira	Lixiviação de materiais tóxicos

Os materiais que devem ser utilizados são os não tóxicos, lisos e densos de forma a evitar a acumulação de matéria orgânica e a formação de pequenas poças de água. O alumínio é considerado o melhor material para a recolha de água da chuva para fins potáveis pois tem uma grande eficiência de recolha e sofre pouca corrosão comparativamente a outros materiais. Embora este material adicione uma quantidade vestigial de alumínio na água captada não põe em risco a saúde humana nem altera o sabor da água. Para além da contaminação pelo material constituinte do telhado pode ainda ocorrer degradação devida à acumulação de matéria orgânica como, folhas, ramos de árvores, dejectos de gatos, roedores e pássaros e outros sólidos. Grande parte deste material provém das árvores adjacentes ao local de recolha e devem ser removidas as estruturas que atraiam os pássaros.

Em geral, a concentração dos contaminantes na água escoada pelo telhado, decresce exponencialmente ao longo do período de precipitação. Durante um período de precipitação intensa esta variação não é afectada pelo tipo de telhado mas para a precipitação de fraca intensidade o fluxo de poluentes provenientes de telhados com superfície rugosa aumenta porque ficaram acumulados no telhado.

Também a duração do período seco antecedente à pluviosidade afecta a qualidade da água pois quanto mais longo este for, maior é a deposição seca no telhado que vai ser lavada pela primeira chuvada e consequentemente maior é a concentração de contaminantes. Isto é facilmente perceptível na medição dos sólidos, turbidez, condutividade e chumbo mas não se verifica em relação ao pH, coliformes fecais, zinco e nitrato. Outro facto importante é a exposição ao vento dominante que aumenta a deposição de partículas.

A água recolhida é tipicamente mais alcalina que a da chuva (pH entre 5,4 e 7,2) no caso de telhados que contém cimento, por conter CaCO_3 . Para além disto, o pH pode também aumentar devido à deposição de partículas de solo alcalino resultantes da erosão pelo vento. A concentração de sólidos suspensos e a turbidez da água da chuva é baixa mas após a sua captação pode apresentar concentrações elevadas ($2\text{--}117\text{ g/m}^3$) principalmente na primeira descarga. Este facto varia com o tipo de telhado e sendo a deposição seca mais significativa para telhados de betão e de fibrocimento. A superfície rugosa tem menos sólidos na primeira descarga.

A condutividade da água recolhida é maior que a da chuva, principalmente na primeira chuvada, devido à dissolução inicial dos aerossóis depositados seguida da contínua dissolução do material do telhado. A condutividade da água recolhida é maior para telhados de fibrocimento (5 a 10 vezes superior à da chuva) e para os constituídos por telha de betão e folha de zinco (ambas 1 a 5 vezes superior à da chuva).

A água recolhida do telhado apresenta ainda concentrações de metais como cobre, chumbo e zinco da ordem dos $0,01$ a $1,0\text{ g/m}^3$. Em geral, o material de composição do telhado é o principal factor para a presença de metais havendo também alguma contribuição por parte da deposição seca e húmida. Por exemplo, para o mesmo tipo de telhado a concentração é maior em zonas urbanas e industriais do que em zonas rurais. Relativamente ao tipo de telhado, os de ferro galvanizado têm maior concentração de zinco, os de cobre têm maior

concentração de cobre e os com telha com pintura/acabamento da superfície apresentam concentrações muito baixas, como se pode ver a partir dos dados apresentados na Tabela 3-2 que apresenta as concentrações médias de metais medidas nas águas recolhidas dos telhados. As concentrações também dependem da idade do telhado, intensidade da chuvada e inclinação do telhado. As superfícies novas desprendem menor quantidade de metais e uma menor velocidade de escoamento aumenta as concentrações. Os metais encontram-se em duas fases distintas, dissolvida e particulada, apresentando perfis de concentração diferentes. A concentração total e particulada dos metais indica um efeito de primeira descarga com um decréscimo exponencial ao longo da chuvada. A concentração da fracção dissolvida apresenta um decréscimo menor em telhados metálicos devido à contínua dissolução de metais presentes no telhado para a água da chuva. Durante a primeira descarga domina a fracção particulada e após esse período predomina a fracção dissolvida.

Tabela 3-2: Concentrações totais médias de metais medidas nas águas recolhidas dos telhados, para cada tipo de telhado em mg/m³ [11]

Tipo de telhado	Cádmio	Cobre	Chumbo	Zinco
Poliéster	0,24	534	20	79
Telha de betão/cimento de amianto	0,14	11	46	100
Telha/Tinta	0,40	304	41	49
Gravilha	0,11	7	2,0	62
Zinco/Metal Galvanizado	1,2	20	58	3 500
Metal galvanizado pintado	---	---	---	1 300
Outro metal	---	890	13	1 980
Outro	0,65	16	24	495

A concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs) na água recolhida não difere significativamente da concentração na água da chuva. Esta concentração é mais elevada nos meses do tempo da Chuva devido às emissões locais das chaminés e depende também de outras fontes: deposição atmosférica, emissões rodoviárias e a dispersão dos PAHs no ambiente. A água recolhida também contém pesticidas, Dibenzodioxinas Policloradas (PCDDs) e Dibenzodioxinas Policlorados (PCDFs) e compostos Organo-halogenados Adsorvíveis (AOX) em pequenas concentrações. Estas concentrações são de 1 a

Armazenamento da água da chuva para utilização local

4 vezes superiores às encontradas na água da chuva e são devidas à dissolução de contaminantes acumulados nos telhados devido à disposição seca. Contudo, herbicidas que são usados nos telhados podem ser arrastados pela água da chuva e serem encontrados na água recolhida com concentrações de 0,03 a 3,6 mg/m³. A presença de bactérias patogénicas na água recolhida no telhado é uma questão muito importante em termos de saúde pública no caso da sua utilização para consumo humano. Os telhados com vegetação têm maior contaminação de coliformes e os que se situam em zonas industriais, mesmo sem vegetação, possuem também um número elevado de bactérias. A Tabela 3-3 mostra que a água recolhida num telhado pode ser usada para consumo humano, devendo ser sujeita a desinfecção.

Tabela 3-3: Concentrações médias de contaminantes para cada tipo de telhado face aos critérios de qualidade da água potável. [11, 14]

Parâmetro	Níveis típicos na água recolhida	Qualidade de água para consumo humano
		Valor paramétrico
pH	6,7	6,5-8,5
Sólidos suspensos [g.m ⁻³]	29	Ausência
Cádmio [mg.m ⁻³]	0,26	5
Cobre [mg.m ⁻³]	25	2 000
Chumbo [mg.m ⁻³]	17,6	25
Zinco [mg.m ⁻³]	315	3000
Coliformes fecais [CF/100mL]	2	0
Enterococci [CF/100 mL]	15	0

Quando se pretende recolher a água da chuva não devem ser usados nos telhados materiais que libertem contaminantes químicos, como se exemplifica no Quadro 3-2.

Quadro 3-2: Recomendações para escolha do material para o telhado [11]

Tipo de Telhado	Recomendações
Ferro galvanizado e zinco	O zinco é pouco tóxico para os humanos
Chumbo	Não recomendado: envenenamento
Pintado	Pode libertar substâncias tóxicas Recomendada : tinta acrílica Não recomendada: tinta contendo chumbo, crómio, Base alcatrão/ betuminosas, fungicidas e outros tóxicos pois podem apresentar riscos à saúde humana e/ou provocar gosto desagradável na água.
Cimento com amianto	Não recomendado: cancerígeno

No Quadro 3-3 identificam-se alguns factores de risco associados à presença de contaminantes na água recolhida dos telhados, sendo por isso recomendado a manutenção regular do telhado:

- Após a pintura do telhado, a primeira água não entre no sistema ou então que seja utilizada para fins sem ser para consumo;
- Os ramos das árvores sobre os telhados sejam podados de modo a diminuir as folhas e dejectos de animais no telhado;
- Impedir o acesso de roedores ao telhado pois podem introduzir bactérias patogénicas na água;
- Folhas e areias devem ser limpas do telhado e das caleiras pelo menos uma vez mês (quando maior for a limpeza, maior qualidade tem a água).

As caleiras podem ser fabricadas com diversos materiais, sendo as mais utilizadas as de PVC e as de chapa galvanizadas. As de PVC são recomendadas pois não se deterioram tão facilmente como as de metal e por isso não

Armazenamento da água da chuva para utilização local

contaminam a água armazenada. A sua instalação não deve contemplar a existência de zonas planas onde se possam depositar areias e estagnar a água pois permitem a reprodução dos mosquitos.

Quadro 3-3: Factores de risco relativos à presença de contaminantes na água recolhida de telhados [11]

Contaminante	Fonte	Risco de entrada no tanque de armazenamento
Poeira e cinzas	Poeira e vegetação circundante Actividade vulcânica	Moderado: Pode ser minimizado pela manutenção regular do telhado e da caleira e uso de um descarregador da primeira chuva
Bactérias patogénicas	Dejectos de pássaros e outros Animais no telhado, Agregadas na poeira	Moderado: As bactérias podem estar agregadas nas poeiras ou nos dejectos animais no telhado. Pode ser minimizado através do uso de um descarregador da primeira chuva e uma boa manutenção do telhado e do reservatório
Metais pesados	Poeira, principalmente nas áreas urbanas e industriais, Material dos telhados	Baixo: excepto emissões gasosas de actividade industrial metalúrgica e/ ou chuva muito ácida
Outros contaminantes inorgânicos (ex. sal da brisa marítima)	Brisa marítima, emissões gasosas de algumas indústrias, uso de materiais inadequados no telhado e/ou no reservatório.	Baixo: excepto muito perto do oceano ou emissões gasosas de actividade industrial em grande escala.
Larvas de mosquitos	Mosquitos que põem ovos nas caleiras e/ou no reservatório	Moderado: se a entrada do reservatório possuir uma rede e se não houver orifícios, o risco é mínimo.

3.5.Dimensionamento do Sistema de Recolha

O método mais comum para transportar a água da chuva do telhado para o reservatório é através da utilização de caleiras. O custo deste equipamento é uma pequena fracção do custo total do sistema (inferior a 20%) mas tem uma grande influência na eficiência do sistema de recolha de água da chuva. A escolha do tipo

e da configuração das caleiras deve recair sobre as que minimizam o custo do sistema por litro de água captada. Existem diversas variáveis que afectam o seu desempenho, entre as quais, a forma, a inclinação, largura e posicionamento relativamente à extremidade do telhado. A durabilidade e a facilidade de instalação são factores também importantes a ter em conta na escolha deste equipamento. [11]

As funções de recolha da água retida no telhado e do transporte para o tanque de armazenamento requerem diferentes formas e trajectórias das caleiras. Para a recolha deve ser aberta, plana e situar-se próximo da extremidade do telhado e para o transporte devem ser circulares fechadas com o máximo de inclinação possível.

O escoamento nas caleiras é em canal aberto e com variação espacial, isto é, está continuamente a mudar à medida que vai aumentando a quantidade de água. Não é possível a determinação analítica do caudal mas existe um modelo numérico validado por um trabalho empírico que aplica a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A r_h^{2/3} \sqrt{S}$$

Onde:

Q – Caudal [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

n - Coeficiente de Rugosidade de Manning (para as caleiras varia 0,01 – 0,15)

A - Área da secção [m^2]

r_h -Raio hidráulico [m]

S - Declive

É possível dimensionar as caleiras considerando apenas a área do telhado. Quanto maior for o declive da caleira, maior é o escoamento o que permite a utilização de caleiras menores. A diminuição da queda média de água que passa para a caleira também possibilita a utilização de uma menor.

Face à variação do declive da caleira é desejável a minimização da queda para que a eficiência de intercepção seja maior sendo recomendado um declive de 0,5% nos dois primeiros terços do comprimento da caleira e de 1% no restante terço. Embora fosse mais eficiente a utilização de um declive na primeira metade de cerca de um quarto do da secção final, neste caso 1%, isto implicava um posicionamento muito preciso da caleira.

É ainda recomendado que a forma das caleiras seja trapezoidal ou semicircular e que a extremidade interior da caleira de recolha se encontre a 20 mm do interior da orla do telhado. O seu dimensionamento apenas depende da área de colecta não sendo por isso necessário saber a inclinação e a forma do telhado.

As caleiras podem ser fabricadas com diversos materiais, sendo as mais utilizadas de PVC e as de chapa galvanizadas. As de PVC são recomendadas pois não se deterioram tão facilmente como as de metal e por isso não contaminam a água armazenada. A sua instalação não deve contemplar a existência de zonas planas onde se possam depositar areias e estagnar a água pois permitem a reprodução dos mosquitos.

Assim, é necessária uma manutenção regular para evitar a obstrução devido à acumulação de folhas e areias. Para tal é necessário que haja um acesso ao telhado e que as caleiras não sejam fechadas para permitir uma inspecção mais fácil.

3.6. Cálculo do volume do Reservatório

O cálculo do volume do reservatório é baseado numa estimativa de 5 habitantes por habitação das áreas rurais. O cálculo do volume do reservatório está intimamente ligado ao volume do consumo diário de água em cada habitação.

3.6.1. Volume de Água consumido por dia em Habitações rurais

Tipicamente nas habitações das áreas rurais em Timor-Leste, o consumo de água é reduzido ao mínimo necessário à higiene pessoal, preparação de alimentos e para consumo pelos animais.

Neste trabalho foi estimado o consumo diário de água em 30 L/dia/ pessoa para 5 pessoas em cada habitação para as seguintes actividades:

- A preparação de alimentos;
- Lavar louças;
- Higiene pessoal como lavar a cara e dentes para as crianças antes de ir para a escola de manhã:

Para tomar banho e lavar as roupas a população não urbana vai semanalmente até às fontes, rios ou ribeiros; não se lava a roupa nem se toma banho em casa devido a falta de água em quantidade suficiente nas habitações. A água para a utilização na habitação é transportada pelas mulheres das fontes que distam muitas vezes 4 ou 5 km das casas. Uma das razões da dificuldade em ter água suficiente em casa é devido aos locais usados para as habitações nas áreas rurais de quase todo Timor-Leste, estarem situados em pontos elevados ficando as fontes em baixo. Vai-se buscar água às fontes com a panela de barro (cântaro) vazia e volta-se carregado a subir a encosta.

A água que brota das nascentes nas encostas é a principal fonte para a população do interior obter água para o consumo diário. Nas áreas das planícies litorais há poços particulares e poços públicos onde os habitantes se abastecem tirando a água manualmente que é transportada em balde para casa.

Armazenamento da água da chuva para utilização local

É um hábito generalizado da população em Timor-Leste nunca usar água dos rios ou ribeiros e a água consumida é toda da água subterrânea. Na falta de instalações sanitárias as águas superficiais têm problema de poluição fecal.



Figura 3-1: Exemplo de habitação considerada para o cálculo de volume de água recolhido do telhado

3.6.2. Cálculo do Volume Captado numa Habitação Rural

A superfície da área de recolha é de uma habitação de 45 m² de cobertura de zinco. Este tipo de modelo de habitação é de origem da Indonésia definido como uma habitação saudável em condições mínimas: telhado com duas águas, 3 quartos de dormir, uma sala de visita, cada quarto com uma janela.

Considerando o consumo diário de água para cada habitação com 5 habitantes, usando 30 L/d/pessoa, obtém-se o total de 150 L por dia.

Uma vez que a chuva não cai continuamente mas ocorre em certos períodos de tempo, torna-se necessário recorrer ao armazenamento de água recolhida quando chove para ser usada mais tarde. O volume do reservatório usado vai limitar o volume de água disponível quando não está a chover. O cálculo do volume do reservatório será feito tendo por base:

- As precipitações diárias da chuva ao longo, no mínimo, de 1 ano
- Locais escolhidos: Lospalos Bobonaro, Dili e Betano (todos os locais estão nas áreas rurais).

Estes quatro locais com características distintas são escolhidos para os cálculos em que se projecta o volume de água que pode ser fornecido a uma habitação em função da capacidade do reservatório, pelas seguintes razões:

- Lospalos fica situado na parte este de Timor-Leste. Tem uma área constituída no seu todo por um planalto a uma altitude de 500 metros com existência de abastecimento pública de água na vila e a população rural vive carenciada de água.
- Bobonaro fica situado no interior da Costa Sul de Timor-Leste numa altitude de 700-900 m com existência de abastecimento pública na vila e a população rural vive carenciada de água potável com uma densidade populacional elevada. Chove maior parte do ano;
- Dili capital do estado fica situada na costa norte. Toda a sua área é constituída por planície. A população nos subúrbios vive carenciada de água potável.
- Betano fica situado na Costa Sul é uma área intermédia entre Bobonaro e Manatuto no tocante a abundância da chuva.

3.6.3. Método do Cálculo

Quando começa a chover, após um período seco, uma parte da água é retida pela superfície seca. Quando acaba de chover este volume de água vai ser perdido por evaporação e deve por isso ser considerado como uma perda. Além desta perda inicial pode ser despejado o primeiro volume de água que corre da cobertura por poder estar mais contaminado com resíduos que se acumularam enquanto não choveu. Assim no cálculo da altura de precipitação útil (que fornece água ao reservatório) foi considerado:

- Perda inicial = Evaporação da superfície de recolha e a descarga de água inicial = 0,5 mm/d;
- Altura útil = Precipitação diária – perda inicial
- Volume captado = Área X Altura útil;
- Volume fornecido ao reservatório por dia = Captação – Consumo
- Volume acumulado no reservatório = volume inicial + balanço diário

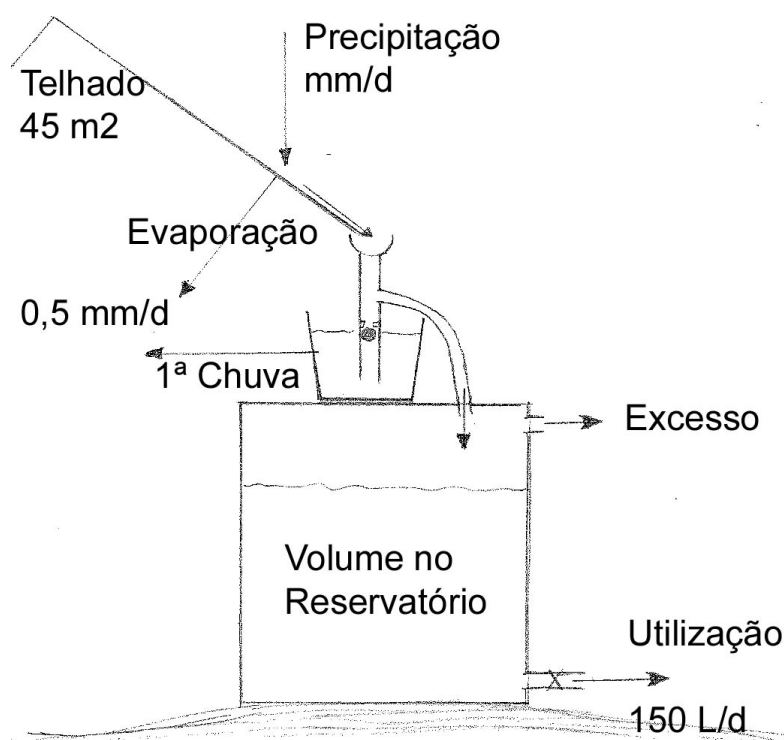


Figura 3-2 Esquema do sistema de recolha e armazenamento da água da chuva.

A Figura 3-2 representa esquematicamente o sistema de recolha e armazenamento de água da chuva, que serviu de base aos cálculos envolvidos na determinação da relação entre a capacidade do reservatório e o número de dias em que é possível a utilização da água armazenada.

O volume acumulado no reservatório tem um máximo que corresponde à capacidade do reservatório. Repetindo o cálculo do volume no reservatório considerando capacidades crescentes vai-se aumentando o número de dias em que é possível satisfazer o consumo de água com a água armazenada. Contudo, quando não ocorre chuva durante um período longo aumenta rapidamente a capacidade requerida para o reservatório e o seu custo. A capacidade mais vantajosa será a necessária para garantir o consumo nos períodos em que ocorre alguma chuva, mesmo sendo irregular.

3.6.4. Escolha do Volume do Reservatório para os Locais Seleccionados.

Para cálculo do volume de água que pode ser recolhido a partir do telhado das habitações foram analisadas séries de valores de precipitação diária, registadas por: ALGIS (Agriculture and Land-Use Geographic System) e DNGRA (Direcção Nacional de Gestão dos Recursos de Água) de que se apresentam 3 exemplos no gráfico do Anexo II.

Usando estas séries de valores de precipitação diária registadas nos locais escolhidos para representar várias zonas de Timor-Leste, foram calculadas as percentagens de consumo doméstico que pode ser fornecido em função da capacidade dos reservatórios, como está registado nos pontos seguintes. No Anexo III apresenta-se um exemplo do cálculo do volume de água que é fornecido diariamente, face à precipitação registada e ao volume armazenado. Verificou-se

que as curvas que representam esta relação têm um declive que decresce com o aumento do volume do reservatório. Analisando a evolução destas curvas foi escolhida a capacidade mais vantajosa que corresponde ao ponto em que o declive se reduz mais acentuadamente. A capacidade mais vantajosa será necessária para garantir o consumo nos períodos em que ocorre alguma chuva, mesmo sendo irregular. Verificou-se uma capacidade de 2000 litros é suficiente para satisfazer o consumo doméstico nos períodos com alguma chuva.

3.6.4.1 Tratamento da série de Lospalos (Novembro 2003 – Outubro 2004 = 366 dias)

São apresentados abaixo os resultados obtidos a partir da série de valores de precipitação diária registada em Lospalos. As percentagens de volume de água fornecida e do número de dias com fornecimento de água são indicados e representados nas Figuras 3-3 e 3-4.

Área de captação 45 m²;

Precipitação média diária no período com medição: 4,6 mm/d

Precipitação máxima observada: 80 mm/d

Número de dias com precipitação: 113 (31%)

Volume recolhido em 45 m² considerando a perda inicial de 0,5 mm: 73,17 m³ (0,20 m³/d)

Volume necessário para consumo: 54,9 m³ (0,150 m³/d)

Volume disponível para consumo em função do volume do reservatório

Vol. Reservatório m ³	Volume fornecido		Dias com fornecimento	
	m ³	%	nº	%
Reservatório = 0.2	17.2495	31.5	143	39.2
Reservatório = 0.4	22.722	41.5	168	46.0
Reservatório = 0.8	28.991	53.0	204	55.9
Reservatório = 2	35.515	64.9	241	66.0
Reservatório = 4	38.365	70.1	257	70.4
Reservatório = 8	42.365	77.4	284	77.8

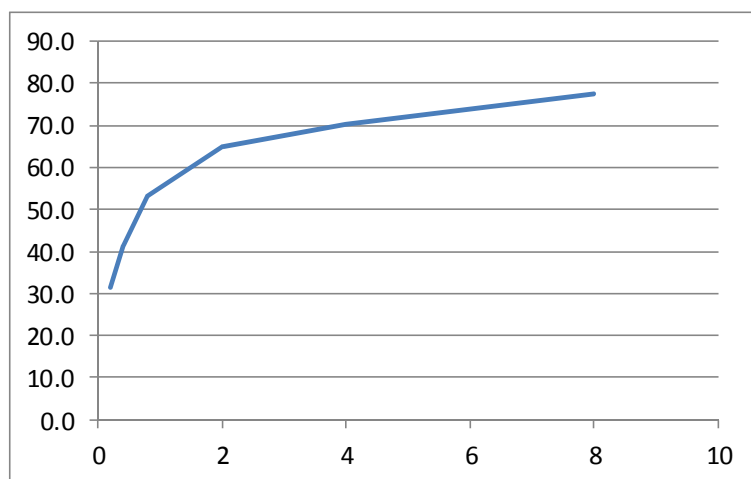


Figura 3-3: Gráfico que representa em ordenada a percentagem do volume fornecido em função do volume do reservatório (m^3):

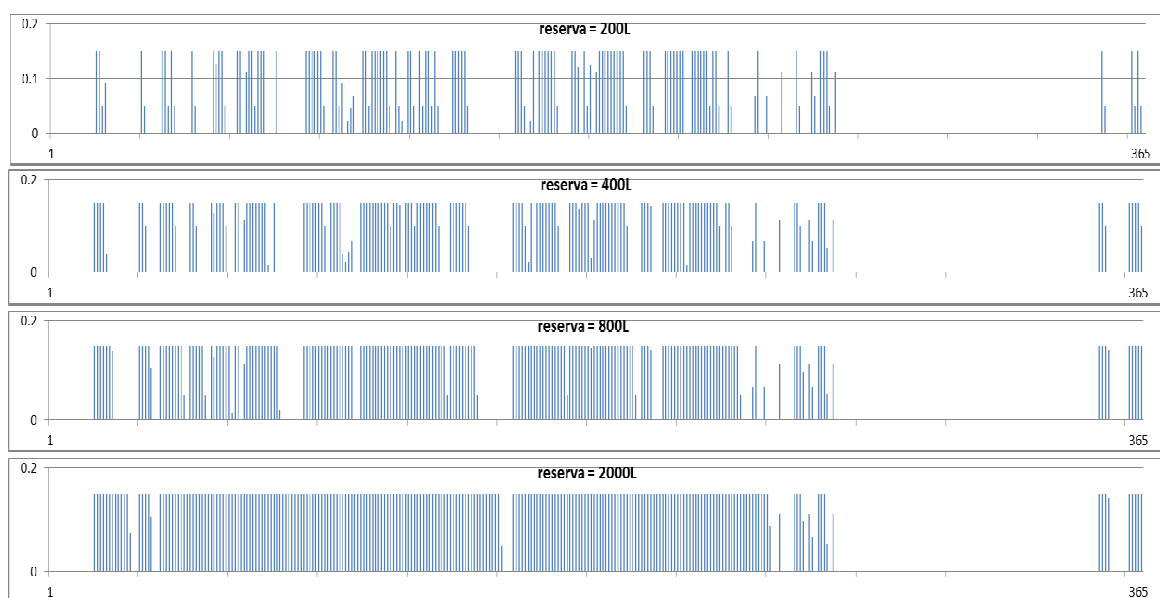


Figura 3-4: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m^3) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

3.6.4.2 Tratamento da série de Bobonaro (Maio 2008 – Junho 2010 = 791 dias)

São apresentados abaixo os resultados obtidos a partir da série de valores de precipitação diária registada em Bobonaro. As percentagens de volume de água fornecida e do número de dias com fornecimento de água são indicados e representados nas Figuras 3-5.

Área de captação 45 m²;

Precipitação média: 5,07 mm/d

Precipitação máxima: 200 mm/d

Número de dias com precipitação: 256 (32,4%)

Volume recolhido em 45 m² considerando a perda inicial de 0,5 mm: 175 m³ (0,221 m³/d)

Volume necessário para consumo: 119 m³ (0,150 m³/d)

Volume disponível para consumo em função do volume do reservatório

Vol. Res. m ³	Volume fornecido		Dias com fornecimento	
	m ³	%	nº	%
Reservatório = 0.2	36.1	30.4	282.0	35.7
Reservatório = 0.4	44.3	37.4	319.0	40.3
Reservatório = 0.8	52.7	44.5	370.0	46.8
Reservatório = 2	61.5	51.9	423.0	53.5
Reservatório = 4	69.7	58.8	475.0	60.1
Reservatório = 8	78.6	66.3	528.0	66.8

Figura 3-5: Gráficos representando os volumes fornecidos diariamente, em função do volume do reservatório

Armazenamento da água da chuva para utilização local

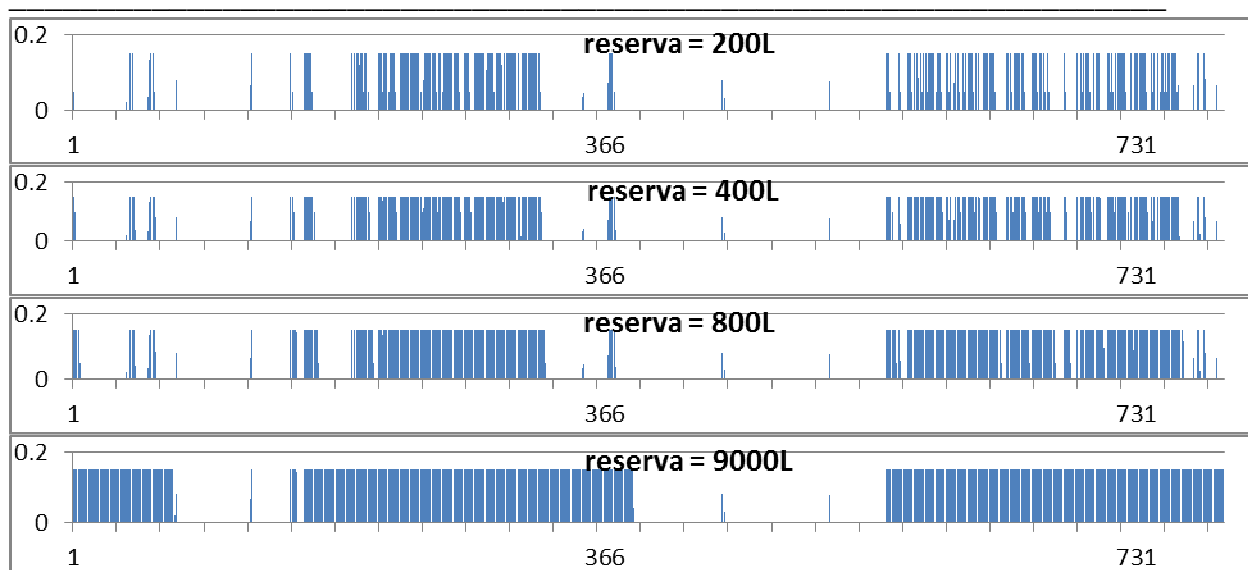


Figura 3-5: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m^3) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

3.6.4.3 Tratamento da série de Dili (Janeiro 2003 – Dezembro 2010)

São apresentados abaixo os resultados obtidos a partir da série de valores de precipitação diária registada em Dili. As percentagens de volume de água fornecida e do número de dias com fornecimento de água são indicados e representados nas Figuras 3-6 e 3-7.

Número total de dias com valores: 2889

Precipitação média: 2,48 mm/d

Precipitação máxima: 140 mm/d

Número de dias com precipitação: 689 (24%)

Volume recolhido em 45 m² considerando a perda inicial de 0,5 mm: 307,24 m³ (0,106 m³/d)

Volume necessário para consumo: 433,35 m³ (0,150 m³/d)

Volume disponível para consumo em função do volume do reservatório:

Volume do reservatório m ³	Volume fornecido		Dias com fornecimento	
	m ³	%	nº	%
Reservatório = 0.2	80.481	18.6	757	26.2
Reservatório = 0.4	109.248	25.2	876	30.3
Reservatório = 0.8	142.210	32.8	1087	37.6
Reservatório = 2	190.513	44.0	1358	47.0
Reservatório = 4	228.449	52.7	1588	55.0
Reservatório = 8	259.072	59.8	1780	61.6

Armazenamento da água da chuva para utilização local

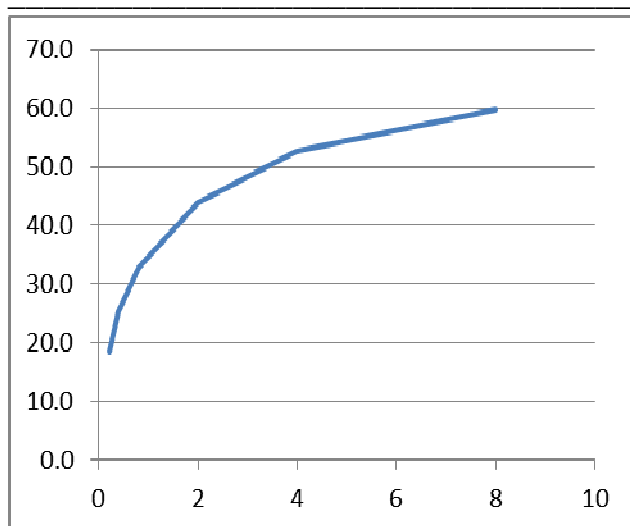


Figura 3-6 Gráfico que representa em ordenada a percentagem do volume fornecido em função do volume do reservatório (m^3):

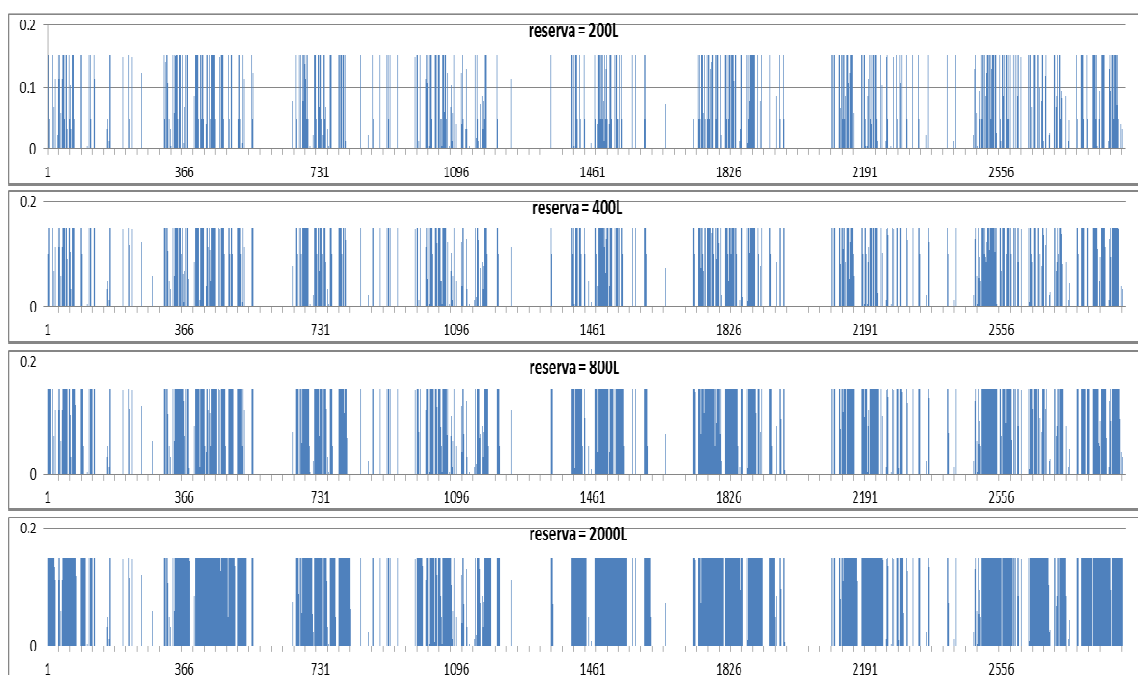


Figura 3-7: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m^3) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

3.6.4.4 Tratamento da série de Betano (Janeiro 2010 – Dezembro 2010)

São apresentados abaixo os resultados obtidos a partir da série de valores de precipitação diária registada em Lospalos. As percentagens de volume de água fornecida e do número de dias com fornecimento de água são indicados e representados nas Figuras 3-8 e 3-9.

Número total de dias com valores: 365

Precipitação média: 4,96 mm/d

Precipitação máxima: 243 mm/d

Número de dias com precipitação: 135 (37%)

Volume recolhido em 45 m² considerando a perda inicial de 0,5 mm: 78,48 m³ (0,215 m³/d)

Volume necessário para consumo: 54,75 m³ (0,150 m³/d)

Volume disponível para consumo em função do volume do reservatório:

Volume fornecido m ³	Dias com fornecimento			
	m ³	%	nº	%
Reservatório = 0.2	14.393	26.3	136	37.3
Reservatório = 0.4	20.653	37.7	164	44.9
Reservatório = 0.8	28.965	52.9	211	57.8
Reservatório = 2	38.478	70.3	265	72.6
Reservatório = 4	42.658	77.9	287	78.6
Reservatório = 8	46.670	85.2	314	86.0

Armazenamento da água da chuva para utilização local

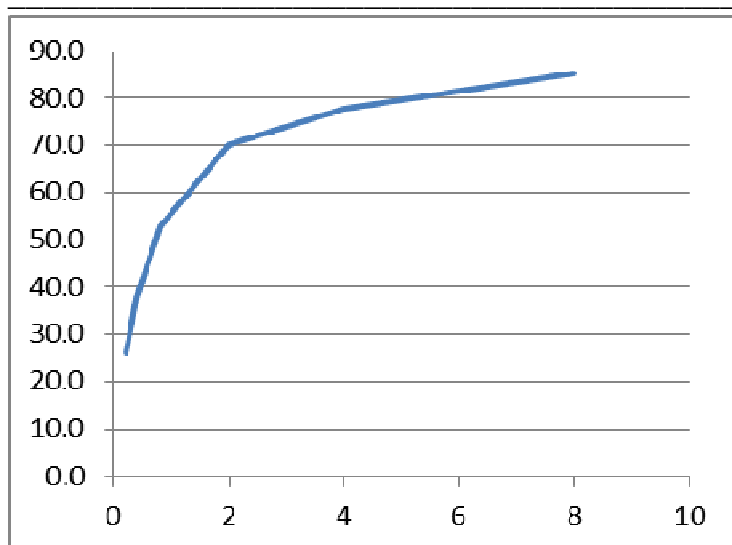


Figura 3-8: Gráfico que representa em ordenada a percentagem do volume fornecido em função do volume do reservatório (m^3):

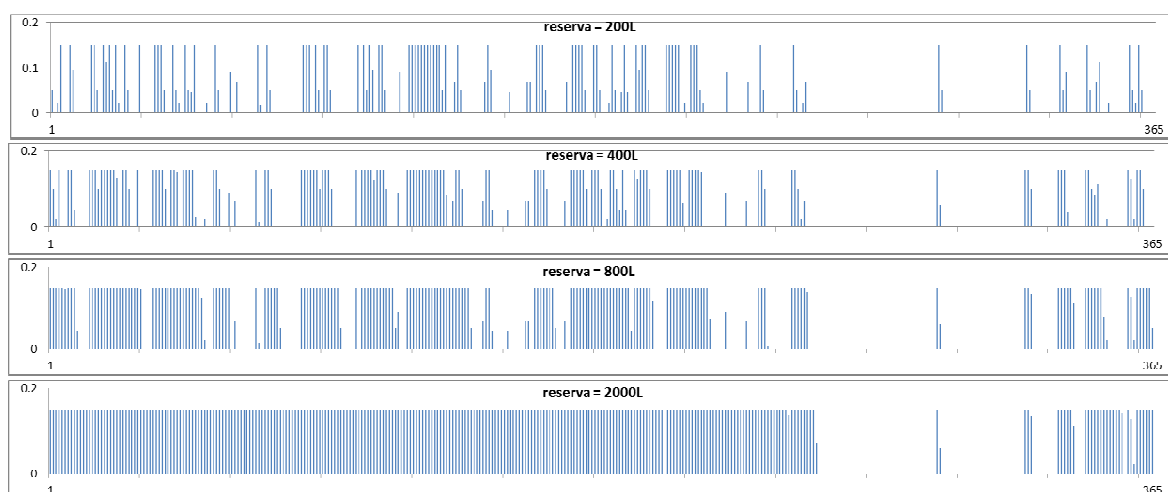


Figura 3-9: Gráficos representando em ordenada os volumes fornecidos diariamente (m^3) para volumes crescentes do reservatório, ao longo da série de dias considerada.

3.7. Remoção de materiais grosseiros

Para a colecta da água da chuva deve-se adoptar um sistema para evitar a entrada de folhas, gravetos ou outros materiais grosseiros no interior do reservatório de armazenamento final, pois estes poderão se decompor diminuindo a qualidade da água armazenada. O impedimento da entrada de folhas e detritos aumenta a qualidade da água pois existe menos alimento para as bactérias. O filtro deve ser duradouro, facilmente lavável e substituído e não deve colmatar facilmente. É muito importante que não hajam orifícios no reservatório para evitar a entrada de mosquitos. As redes (aço inoxidável ou sintéticos) são os mais simples e mais baratos. São ainda utilizados filtros mais finos para remover os sedimentos de menores dimensões o que permite também remover bactérias que podem ser filtros de areia, de gravilha ou redes muito finas.

3.8. Descarregador da primeira chuva

A chuva inicial é mais poluída, pois é responsável por lavar a atmosfera contaminada por poluentes e a superfície de captação, quer sejam telhados ou superfície no solo. A acumulação de detritos no telhado durante o período seco degrada a água recolhida durante a primeira chuva. Pela mesma razão é necessário um procedimento de limpeza da primeira água recebida e descarregar essa água para o esgoto para não contaminar a água armazenada. Existem diversos estudos para determinar o volume de água que deve ser retirado para que seja seguro beber a água que variam entre 0,5 mm a 2 mm de chuva. Assim a utilização da água da chuva seja mais vantajosa.

Há dois tipos de dispositivos mais utilizados com o objectivo de descarga das primeiras águas são recipientes de volume fixo e válvulas medidoras de volume. Os recipientes de volume fixo são cheios até ao nível máximo quando a chuva começa a cair, sendo a água da chuva que chega a seguir encaminhada para o reservatório de armazenamento. Com isto, se forem dimensionados

correctamente, a água da chuva que chega ao reservatório de armazenamento estará livre de contaminantes e detritos.

Um dos problemas deste tipo de dispositivos é que, quando a chuva cai com baixa intensidade, é provável que um recipiente de volume fixo se encha com água substancialmente limpa, uma vez que a lavagem do telhado não ocorre eficazmente dada a intensidade da chuva. Assim, quando as chuvas são mais intensas, os contaminantes que se encontram na superfície de recolha podem ir para o reservatório de água limpa.

As válvulas medidoras de volume, ao contrário do dispositivo anterior, são sensíveis à taxa de fluxo da água da chuva. Quando essa taxa alcança um mínimo pré-programado, um corpo oco (por exemplo, uma esfera) que se encontra dentro do aparelho, suspenso por uma mola começa a encher lentamente com água. Quando a esfera ficar completamente cheia, o peso adicional fará com que feche a saída da válvula e o fluxo de água cessa. A água que chegar de seguida, será encaminhada para o reservatório de armazenamento.

Na Ásia é muito utilizado o bambu para caleiras e para descarga da primeira chuvada (Figura 3-11). Um balão ou uma bola pequena pode ser utilizada como uma válvula, é introduzido na parte inferior do bambu que recebe água da chuva. A primeira água da chuva vai directamente para a parte inferior, à medida que vai enchendo até ao orifício superior o balão ou a bola pequena tapa o orifício e impede a passagem da água que já está livre de sujidades e é canalizada ao reservatório de armazenamento.

3.9. Armazenamento

A água após recolhida é armazenada nos reservatórios. O reservatório deve ser apropriado para armazenar o volume de água suficiente sem introduzir degradação na água colectada.

Os reservatórios podem ser enterrados, semi-enterrados, apoiados sobre o solo ou elevados. Os reservatórios podem ser de diferentes formas e serem construídos de diferentes materiais. Existem reservatórios de betão, plástico, metal e fibra de vidro. Os reservatórios de betão e de plástico permitem obter uma água com qualidade boa. Não é recomendado a utilização de reservatórios abertos, como por exemplo baldes e barris, para a colheita de água para beber pois os contaminantes entram com facilidade (folhas e poeira). É também importante que o próprio material constituinte do reservatório não introduza contaminantes e que não hajam substâncias remanescentes de armazenamentos anteriores, daí que não devam ser utilizados barris que tenham armazenado óleo ou químico. [11]

Visando a sua manutenção e a garantia da qualidade da água, devem ser tomados alguns cuidados com relação ao reservatório de armazenamento, como descrito abaixo:

- O reservatório deve ser dotado de uma abertura, para inspecção e limpeza;
- A água deve entrar no reservatório de forma que não provoque turbulência para não suspender o lodo depositado no fundo do reservatório;
- O reservatório deve ser limpo uma vez por ano para a retirada do lodo depositado no fundo do mesmo;
- Para limpar o tanque é necessário vazá-lo até ao nível da torneira e adicionar um litro de lixívia e esfregar o fundo. A lixívia deve então ser retirada e o reservatório deve ser atestado com água e deve-se deixar sedimentar antes de voltar a usar;
- Deve-se evitar a entrada de luz no reservatório para a proliferação de algas;
- A cobertura do reservatório deve ser impermeável;
- A entrada de água no reservatório e o extravasador devem ser protegidos por telas para evitar a entrada de insectos e pequenos animais no tanque.

3.10. Dispositivos de Protecção da Qualidade da Água Armazenada Através da Desinfecção

A desinfecção é considerada um mecanismo para a inactivação/destruição de organismos patogénicos de modo a prevenir o alastramento de doenças presentes na água para os seus utilizadores.

3.10.1. Desinfecção por Ozonólise

Sendo o ozono um oxidante muito forte, é usado para branquear, eliminar odores e reduzir o carbono orgânico total na água.

O processo de desinfecção é feito adicionando ozono ao tanque de armazenamento por um gerador de ozono, através de anéis ou de uma pedra difusora.

Dada a alta instabilidade do ozono, este rapidamente se converte em oxigénio (O_2), dissipando-se para a atmosfera.

Quanto maior for a turbidez, menor a eficiência deste processo que pode ser aperfeiçoado com uma pré-filtro.

3.10.2. Desinfecção por Pastilhas de Cloro

A desinfecção com cloro inibe as bactérias mas a sua adição comporta riscos. Deve ser utilizada quando foi identificado o risco da existência de bactérias, não é possível vazar e limpar o reservatório ou se um animal ou matéria fecal entraram no reservatório. A dose de cloro é menos eficaz para um pH superior à 8,5 por isso é necessário verificar o pH antes de determinar o volume necessário para efectuar a desinfecção. [11]

A utilização do cloro como desinfectante apresenta alguns inconvenientes, como o facto de poder ocorrer a sua combinação com a matéria orgânica, originando tri-halometanos (responsáveis por cancro). Além disso, pode conferir, à água, gosto e cheiro desagradáveis.

O cloro pode ser granulado, em pastilhas ou líquido. As pastilhas podem ser de dissolução rápida ou lenta. O cloro tem a propriedade de permanecer por um longo tempo na água por seu efeito residual sendo usado no tratamento de água de cisternas comumente. O tempo de contacto do cloro com a água, que deve ser de, no mínimo, 30 minutos e sua dosagem de 2 ppm para manter um residual de 0,5 mg de cloro por litro de água. [12]

3.10.3. Desinfecção por UV (Solar)

O sistema de desinfecção por ultravioleta é uma unidade compacta que usa raio ultravioleta para impedir de forma rápida e segura que bactérias e vírus que causam doenças como cólera, febre tifóide, disenteria e outras doenças mortais se proliferam, produzindo uma água potável.

A desinfecção pela UV é extremamente segura, método confiante de desinfecção de água para o consumo diário. Este método é rápido, barato e não deixa gosto ou odor na água. Sistemas de esterilização por ultravioleta são utilizados pós filtração, em substituição ao cloro e de modo a possibilitar o reuso seguro tratado.

A radiação UV inactiva/destrói os organismos patogénicos através da transferência de energia electromagnética de uma lâmpada de arco de mercúrio para o material genético (DNA e RNA) dos organismos. A sua capacidade de reprodução é destruída quando a radiação UV penetra na parede da célula e danifica as moléculas de DNA e RNA com a formação de ligações mutuas.

As vantagens da desinfecção UV no tratamento de águas residuais são:

- A desinfecção UV inactiva a maioria dos vírus, esporos e cistos sendo tão eficaz como quanto outros processos de desinfecção;
- A radiação UV policromática é eficaz na inactivação de oocistos resistentes à cloração como o *Cryptosporidium Parvum*, sendo os adenovírus os mais resistentes à radiação UV;
- A radiação UV é um processo mais físico que química, a produção de subprodutos com potenciais impactos negativos para o ambiente é eliminada e não causa efeitos nocivos à saúde humana;
- A radiação UV necessita de menor tempo de contacto.

A dose de desinfectante (D) é definida para os agentes físicos e químicos como sendo:

$$D_{\text{agente físico}} = I \times t$$

$$D_{\text{agente químico}} = C \times t$$

Onde :

I = Intensidade do agente físico (ex: radiação UV)

t = Tempo de contacto

C = Concentração do agente químico (ex: cloro)

O tempo de contacto necessário para a desinfecção UV depende da intensidade da radiação, que está relacionada com a lâmpada ser de baixa ou média pressão, e a distância da lâmpada à água residual. As lâmpada de baixa pressão emitem essencialmente radiação monocromática a um comprimento de onda de 253,7 nm e são as mais adequadas para sistemas de tratamento ao nível residencial devido ao seu tamanho compacto (0,75 – 1,5 m de comprimento e 1,5 – 2 cm de diâmetro) e consomem menos energia que as lâmpadas de média pressão. As lâmpadas de média pressão têm uma capacidade germicida 15 a 20 vezes mais intensa. A lâmpada de média pressão desinfecta mais rapidamente e tem uma maior capacidade de furar a membrana das células uma vez que é mais intensa. A utilização de lâmpadas de média pressão só se justifica para sistemas de tratamento de maiores dimensões que permitem tempos de contacto menores. Os

reactores do contacto (Figura 3-10) devem possuir escoamento uniforme e não devem permitir a existência de curto circuitos (caminhos preferenciais) ou zonas inoperantes, que é obtido pela mistura radial para maximizar o tempo de exposição à radiação. [11]

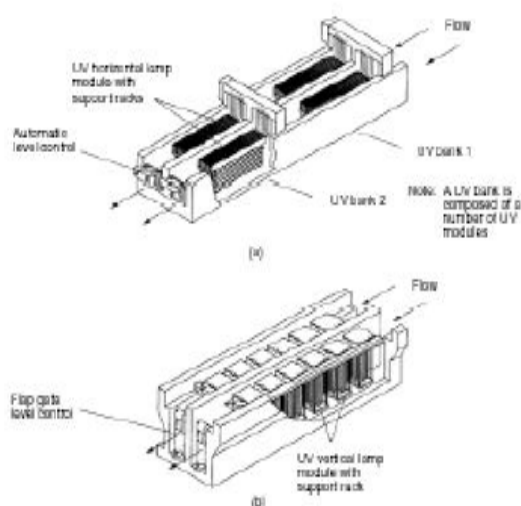


Figura 3-10: Configurações do tanque de contacto da desinfecção por UV. [11]

A presença de matéria particulada (sólidos suspensos, turbidez) na água residual pode proteger os patogénicos da radiação UV, daí que seja necessário proceder à filtração da água antes deste tratamento. Várias substâncias presentes na água podem afectar a eficiência da desinfecção por UV, sendo apresentados no Quadro 3-4 os parâmetros que mais frequentemente podem causar problemas.

O uso continuado da lâmpada acumula a sujidade que reduz a intensidade da radiação UV e por isso deve-se proceder à limpeza quer por agentes mecânicos, ultra-sónicos ou químicos (ácido cítrico, soluções do vinagre suaves e hidrogenossulfito de sódio). A substituição da lâmpada efectua-se geralmente após aproximadamente 12 000 horas do uso. O uso de energia solar permite reduzir os custos de energia a longo prazo.

Quadro 3-4: Características da água que afectam a desinfecção UV. [11]

Parâmetros	Efeitos na desinfecção UV
Amoníaco	Efeito mínimo, se ocorrer
Nitrito	Efeito mínimo, se ocorrer
Nitrato	Efeito mínimo, se ocorrer
Carência bioquímica de Oxigénio	Efeito mínimo, se ocorrer. Embora, a maior porção da CBO seja composto húmicos e/ou insaturados (ou conjugados) que diminuem a radiação UV
Dureza	Afecta a solubilidade dos sais que podem absorver luz UV. Pode provocar a precipitação de carbonato no tubo de quartzo.
Materiais húmicos, Ferro	Absorção elevada de radiação UV.
pH	Afecta a solubilidade dos metais e dos carbonatos
Sólidos Suspensos Totais	Absorve radiação UV e serve de escudo às bactérias (deve ser < 30 mg/L)

3.11 Proposta de desenho para um sistema de recolha de água da chuva

Tendo em conta as condições de Timor-Leste relativas à distribuição da chuva, às condições das habitações rurais e à possibilidade da população adquirir os materiais necessários é proposto um sistema de recolha e armazenamento de água da chuva montado com base nos seguintes elementos, representados na Figura: 3-11.

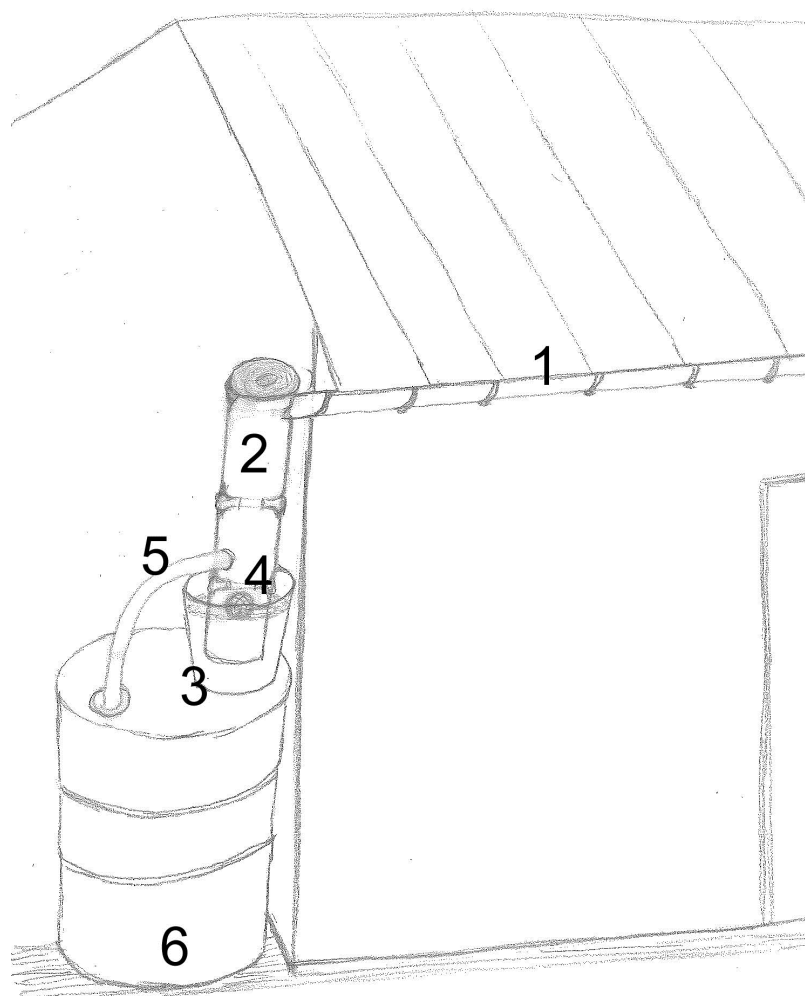


Figura 3-10: Materiais usados para a recolha e armazenamento de água da chuva

Legenda:

- 1 Caleiras de bambu para colecta da água da chuva
- 2 Tubo de bambu para ligar a caleira ao depósito, tendo na base uma válvula para descarga da água da primeira chuvada
- 3 Balde de plástico de 20 litros para a recolha de água primeira chuvada
- 4 Uma pequena bola de borracha que funciona como válvula
- 5 Mangueira que conduz a água limpa para o reservatório
- 6 Reservatório

CAPITULO 4

Conclusões

A importância da água limpa é indiscutível, sendo indispensável para a manutenção da vida e em virtude deste panorama e devido à carência de sistemas públicos de abastecimento de água nas áreas rurais que surge a necessidade de busca de tecnologias alternativas no aproveitamento de água da chuva para usos domésticos.

O armazenamento e aproveitamento de água da chuva é uma técnica que poderá contribuir para atenuar problemas de carência de água potável nas habitações das áreas rurais de Timor-Leste, o que motivou este trabalho. Mediante as experiências alcançadas por vários países do mundo conclui-se que o aproveitamento de água da chuva para usos domésticos é uma técnica com potencial significativo. As tecnologias necessárias para a captação e armazenamento de água da chuva são simples de instalar e de fácil utilização e a população local pode facilmente ser treinada para implementar estas tecnologias.

O aproveitamento de água da chuva depende totalmente da precipitação e poderá haver limitação da quantidade de água captada para utilização em resultado da sua variabilidade temporal, o que pode ser acentuado em virtude das alterações climáticas previstas. Pela análise dos dados de precipitação registados entre 2003 e 2010, concluiu-se que fora da estação seca, entre Agosto e Outubro, é possível usar água da chuva para o consumo doméstico desde que se instale um reservatório com capacidade adequada. Verificou-se que um reservatório com 2000 litros tem a capacidade mínima adequada para fornecer água na maior parte dos dias entre Novembro e Julho.

Consciencializar as populações para a escassez de água potável e nesta sequência se apresente o aproveitamento de água da chuva como uma solução válida para contribuir para a mitigação desses problemas no uso eficiente da água e por parte do estado incentivar subsídios à população de pouca capacidade financeira na aquisição de material para a construção de reservatórios.

Concluí-se, desta forma, aproveitando a água da chuva, é uma medida necessária e bastante útil e está-se ao mesmo tempo contribuir à manutenção do meio ambiente e ajudar as gerações futuras usufruir a água com eficiência para a sobrevivência da humanidade.

Referências

[1] United Nations Environment Programme (UNEP). Examples of Rainwater Harvesting and Utilization Around the World [Online]. Data da consulta: 17 de Dezembro 2011; Disponível no endereço:

URL:<http://www.unep.or.jp/ietc/publications/urban/urbanenv-2/9.asp>

[2] Worm J., Hattum T. Recolha da Água da Chuva para Uso Doméstico [Online]. 2006 [Data da Consulta: 17 de Dezembro de 2011]; Disponível no endereço: URL: http://www.bosquedojobreiro.com.br/agua/coleta_chuva/Agromisa-AD-43-P.pdf

[3] Secretariado de Estado de Política Energética da RDTL
“Plano de Electrificação de Timor-Leste com Base em Energias Renováveis”
Dili, Maio de 2010.

[4] Clima e Hidrologia de Timor-Leste New Page 2 – East Timor [on line]. 1973
Monthly rain fall for 28 stations in East Timor. [Data da consulta 17 de Dezembro de 2011] Disponível no endereço: URL :
http://www.gov.east-timor.org/MAFF/Portugues/Clima_Hidrologia.htm

[5] Gillian Hamson, 2004
The Tectonic Evolution of East Timor and the Banda Arc
Honours Literature Review submitted as part of the B.Sc.(Hons) degree in the
School of Earth Sciences, University of Melbourne.

[6] ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC,
2003
Geology and Mineral Resources of Timor-Leste
ATLAS OF MINERAL RESOURCES OF THE ESCAP REGION, Volume 17
UNITED NATIONS, New York, 2003

[7] Tatiana Almeida Oliveira T.

Aproveitamento de Água Pluvial em Usos Urbanos em Portugal [on line]. 2006

[Data consulta : 20 de Dezembro de 2011]; Disponível no endereço: URL:

<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/230566/1/dissertacao.pdf>

[8] Governo da República Democrática de Timor-Leste

Plano Estratégico de Desenvolvimento de 2011-2030 [on line], aprovado pelo

Parlamento Nacional em 2011. [Data da consulta:5 de Janeiro de 2012];

Disponível no endereço: URL :

[www.laohamutuk.org/.../Plano-Estrategico-Desenvolvimento-TL3.pdf...](http://www.laohamutuk.org/.../Plano-Estrategico-Desenvolvimento-TL3.pdf)

[9] Couret Branco M., Manuel de Sousa Henriques P.

A Economia de Mercado e o Direito Humano à Água em Timor-leste [on line].

2009 [Data consulta 4 de Novembro de 2011]: Disponível no endereço : URL

www.tlstudies.org/pdfs/chp_19.pdf

[10] Peixoto, J. Laboratórios de Tecnologias Ambientais Análises Físico-Químicas
Documento Adaptado das aulas de Elementos de Engenharia do Ambiente

[Online]. Data da consulta: 17 de Dezembro 2011; Disponível no endereço:

[URL:http://www.biologica.eng.uminho.pt/](http://www.biologica.eng.uminho.pt/)

11] Pinto de Sousa A., Figueiredo da Silva J.

Tratamentos do Efluentes Líquidos Gerados e Aproveitamento da Água da Chuva:

Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro; Outubro de

2006, Projecto da Casa do Futuro, Sub-projecto de Águas Interiores,

AveiroDomus.

[12] <http://www.snatural.com.br/Agua-Filtracao-e-Desinfeccao.html>

[13] Direcção Nacional de Gestão de Recursos de Água (DNGRA). Mapa das

Bacias hidrográficas de Timor-Leste. Díli, Timor-Leste, comunicação pessoal

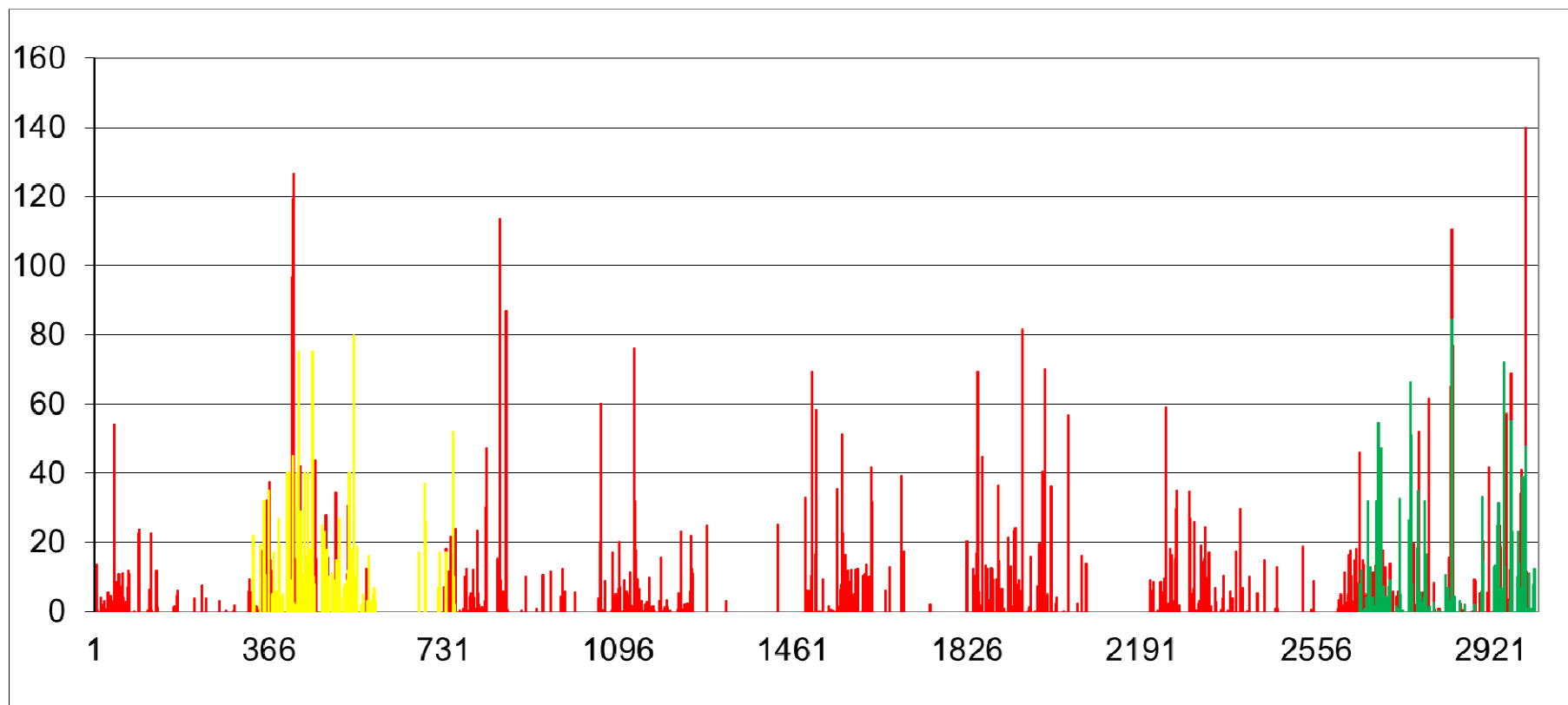
2011.

[14] Decreto-Lei nº306/2007 de 27 de Agosto, Diário da República, 1º série – Nº 164 p. 5747-5765 (27 de Agosto de 2007)

Anexo I - Características dos aproveitamentos hidroelétricos ao fio de água

Aproveitamento	Linha de água	Bacia hidrográfica	Queda útil nominal	Caudal nominal	Potência instalada	Volume anual afluyente	Volume turbinado	Energia produzida
			[m]	[m³/s]	[MW]	[hm³]	[hm³]	[GWh/ano]
Ahangcain	Rio Ahangcain	Laclosul	65,2	2,1	1,2	44,50	31,15	4,9
Ainaro I	Rio Belulic	Belulic	107,2	5,8	5,4	121,50	85,05	21,9
Ainaro II	Rio Belulic	Belulic	168,2	7,5	10,9	157,33	110,13	44,5
Ainaro III	Rio Belulic	Belulic	128,8	8,3	9,2	174,99	122,50	37,9
Atsabe I	Rio Magapu	Lois	291,4	2,0	5,0	41,81	29,27	20,5
Atsabe II	Rio Magapu	Lois	139,4	2,7	3,3	57,31	40,11	13,4
Atsabe III	Rio Magapu	Lois	107,2	3,2	3,0	68,15	47,71	12,3
Atsabe IV	Rio Magapu	Lois	233,3	3,8	7,7	79,45	55,62	31,2
Atsabe V	Rio Magapu	Lois	94,3	4,3	3,5	90,13	63,09	14,3
Atsabe VI	Rio Batuani	Lois	94,0	2,1	1,7	43,75	30,62	6,9
Atsabe VII	Rio Batuani	Lois	216,0	2,2	4,1	45,46	31,82	16,5
Atsabe VIII	Rio Magapu	Lois	147,8	3,2	4,1	67,70	47,39	16,8
Clere	Rio Clere	Laclosul	111,0	2,8	2,7	59,30	41,51	11,1
Colonau	Rio Buihui	Seical	73,3	2,3	1,5	47,34	33,14	5,8
Datoleu	Rio Comoro	Comoro	47,4	4,3	1,8	90,27	63,19	7,2
Gleno I	Rio Gleno	Gleno	213,3	1,6	2,9	33,55	23,49	12,0
Gleno III	Rio Gleno	Gleno	59,0	10,8	5,5	227,52	159,26	22,6
Leirema I	Rio Batuto	Lois	107,5	1,4	1,3	28,45	19,92	5,1
Leirema II	Rio Batuto	Lois	193,6	2,7	4,5	56,97	39,88	18,5
Leirema III	Rio Batuto	Lois	97,8	2,8	2,4	59,29	41,50	9,7
Leirema IV	Rio Batuto	Lois	228,8	2,9	5,7	61,53	43,07	23,7
Marobo I	Rio Caraulun	Lois	135,0	3,1	3,6	65,65	45,95	14,9
Marobo II	Rio Caraulun	Lois	97,2	3,3	2,8	70,32	49,22	11,5
Marobo III	Rio Caraulun	Lois	107,0	3,5	3,2	73,11	51,18	13,1
Marobo IV	Rio Caraulun e Ladibau	Lois	194,5	7,9	13,3	166,10	116,27	54,3
Marobo V	Rio Ladibau	Lois	110,1	4,6	4,4	97,64	68,35	18,1
Soibada I	Rio Buatahum	Sahen	214,7	4,5	8,4	93,76	65,63	33,8
Soibada II	Rio Buti	Sahen	148,8	1,6	2,1	33,17	23,32	8,3

Anexo II - Séries de precipitação diária registada em Dili (vermelho), Lospalos (amarelo), Dare (verde), no período entre Janeiro de 2003 e Dezembro de 2010



Armazenamento da água da chuva para utilização local

Anexo III – Cálculo do volume de água fornecido diariamente face à precipitação e ao volume armazenado

LOSPALOS - Balanço retirando os primeiros 0.5 mm

Mês	dia	Precipitação	Nº Dias	Altura util	Área de captação	Volume captado	Volume captado acumul.	Vol consumido	Vol. consumido acumul.	Balanço	Reservatório 0.2 m3		Água fornecida
											Vol. Acumul. sem reserva	Vol. Acumul. reservatório	
		mm/d		m/d	m2	m3/d	m3/d	m3/d	m3	m3/d	m3	m3	m3/d
NOV	1	0	1	0	45	0	0	0.15	0.15	-0.15	-0.15	0	0
	2	0	2	0	45	0	0	0.15	0.3	-0.15	-0.3	0	0
	3	0	3	0	45	0	0	0.15	0.45	-0.15	-0.45	0	0
	4	0	4	0	45	0	0	0.15	0.6	-0.15	-0.6	0	0
	5	0	5	0	45	0	0	0.15	0.75	-0.15	-0.75	0	0
	6	0	6	0	45	0	0	0.15	0.9	-0.15	-0.9	0	0
	7	0	7	0	45	0	0	0.15	1.05	-0.15	-1.05	0	0
	8	0	8	0	45	0	0	0.15	1.2	-0.15	-1.2	0	0
	9	0	9	0	45	0	0	0.15	1.35	-0.15	-1.35	0	0
	10	0	10	0	45	0	0	0.15	1.5	-0.15	-1.5	0	0
	11	0	11	0	45	0	0	0.15	1.65	-0.15	-1.65	0	0
	12	0	12	0	45	0	0	0.15	1.8	-0.15	-1.8	0	0
	13	0	13	0	45	0	0	0.15	1.95	-0.15	-1.95	0	0
	14	0	14	0	45	0	0	0.15	2.1	-0.15	-2.1	0	0
	15	0	15	0	45	0	0	0.15	2.25	-0.15	-2.25	0	0
	16	22	16	0.0215	45	0.9675	0.9675	0.15	2.4	0.8175	-1.4325	0.2	0.15
	17	22	17	0.0215	45	0.9675	1.935	0.15	2.55	0.8175	-0.615	0.2	0.15
	18	0	18	0	45	0	1.935	0.15	2.7	-0.15	-0.765	0.05	0.05
	19	2.5	19	0.002	45	0.09	2.025	0.15	2.85	-0.06	-0.825	0	0.09
	20	0	20	0	45	0	2.025	0.15	3	-0.15	-0.975	0	0
	21	0	21	0	45	0	2.025	0.15	3.15	-0.15	-1.125	0	0
	22	0	22	0	45	0	2.025	0.15	3.3	-0.15	-1.275	0	0
	23	0	23	0	45	0	2.025	0.15	3.45	-0.15	-1.425	0	0
	24	0	24	0	45	0	2.025	0.15	3.6	-0.15	-1.575	0	0
	25	0	25	0	45	0	2.025	0.15	3.75	-0.15	-1.725	0	0
	26	0	26	0	45	0	2.025	0.15	3.9	-0.15	-1.875	0	0
	27	0	27	0	45	0	2.025	0.15	4.05	-0.15	-2.025	0	0
	28	0	28	0	45	0	2.025	0.15	4.2	-0.15	-2.175	0	0
	29	0	29	0	45	0	2.025	0.15	4.35	-0.15	-2.325	0	0
	30	0	30	0	45	0	2.025	0.15	4.5	-0.15	-2.475	0	0

LOSPALOS - Balanço retirando os primeiros 0.5 mm

Mês	dia	Precipitação	Nº Dias	Altura util	Área de captação	Volume captado	Volume captado acumul.	Vol consumido	Vol. consumido acumul.	Balanço	Reservatório		Água fornecida
											Vol. Acumul. sem reserva	2 m3 Vol. Acumul. reservatório	
		mm/d		m/d	m2	m3/d	m3/d	m3/d	m3	m3/d	m3	m3	m3/d
NOV	1	0	1	0	45	0	0	0.15	0.15	-0.15	-0.15	0	0
	2	0	2	0	45	0	0	0.15	0.3	-0.15	-0.3	0	0
	3	0	3	0	45	0	0	0.15	0.45	-0.15	-0.45	0	0
	4	0	4	0	45	0	0	0.15	0.6	-0.15	-0.6	0	0
	5	0	5	0	45	0	0	0.15	0.75	-0.15	-0.75	0	0
	6	0	6	0	45	0	0	0.15	0.9	-0.15	-0.9	0	0
	7	0	7	0	45	0	0	0.15	1.05	-0.15	-1.05	0	0
	8	0	8	0	45	0	0	0.15	1.2	-0.15	-1.2	0	0
	9	0	9	0	45	0	0	0.15	1.35	-0.15	-1.35	0	0
	10	0	10	0	45	0	0	0.15	1.5	-0.15	-1.5	0	0
	11	0	11	0	45	0	0	0.15	1.65	-0.15	-1.65	0	0
	12	0	12	0	45	0	0	0.15	1.8	-0.15	-1.8	0	0
	13	0	13	0	45	0	0	0.15	1.95	-0.15	-1.95	0	0
	14	0	14	0	45	0	0	0.15	2.1	-0.15	-2.1	0	0
	15	0	15	0	45	0	0	0.15	2.25	-0.15	-2.25	0	0
	16	22	16	0.0215	45	0.9675	0.9675	0.15	2.4	0.8175	-1.4325	0.8175	0.15
	17	22	17	0.0215	45	0.9675	1.935	0.15	2.55	0.8175	-0.615	1.635	0.15
	18	0	18	0	45	0	1.935	0.15	2.7	-0.15	-0.765	1.485	0.15
	19	2.5	19	0.002	45	0.09	2.025	0.15	2.85	-0.06	-0.825	1.425	0.15
	20	0	20	0	45	0	2.025	0.15	3	-0.15	-0.975	1.275	0.15
	21	0	21	0	45	0	2.025	0.15	3.15	-0.15	-1.125	1.125	0.15
	22	0	22	0	45	0	2.025	0.15	3.3	-0.15	-1.275	0.975	0.15
	23	0	23	0	45	0	2.025	0.15	3.45	-0.15	-1.425	0.825	0.15
	24	0	24	0	45	0	2.025	0.15	3.6	-0.15	-1.575	0.675	0.15
	25	0	25	0	45	0	2.025	0.15	3.75	-0.15	-1.725	0.525	0.15
	26	0	26	0	45	0	2.025	0.15	3.9	-0.15	-1.875	0.375	0.15
	27	0	27	0	45	0	2.025	0.15	4.05	-0.15	-2.025	0.225	0.15
	28	0	28	0	45	0	2.025	0.15	4.2	-0.15	-2.175	0.075	0.075
	29	0	29	0	45	0	2.025	0.15	4.35	-0.15	-2.325	0	0
	30	0	30	0	45	0	2.025	0.15	4.5	-0.15	-2.475	0	0

